



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CÂMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

TESE DE DOUTORADO

**DINÂMICA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES
DE SIRIS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA:
Achelous spinimanus (Latreille, 1819) e
Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818)
(CRUSTACEA, DECAPODA, PORTUNOIDEA) EM
UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL, NO
LITORAL SUDESTE BRASILEIRO.**

THIAGO ELIAS DA SILVA

Orientador: Dr. Adilson Fransozo

Botucatu – SP

2019

**DINÂMICA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES
DE SIRIS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA:
Achelous spinimanus (Latreille, 1819) e
Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818)
(CRUSTACEA, DECAPODA, PORTUNOIDEA) EM
UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL, NO
LITORAL SUDESTE BRASILEIRO.**

THIAGO ELIAS DA SILVA

Orientador: Dr. Adilson Fransozo

Tese apresentada ao programa de pós-graduação em Ciências Biológicas: Zoologia, do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas – Área de Concentração: Zoologia.

Botucatu – SP

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

Silva, Thiago Elias da.

Dinâmica populacional de duas espécies de siris de importância econômica: *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) e *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Decapoda, Portunoidea) em uma área de proteção ambiental no litoral sudeste brasileiro / Thiago Elias da Silva. - Botucatu, 2019

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Adilson Fransozo

Capes: 20400004

1. Caranguejo. 2. Biologia. 3. Recursos naturais - Conservação.
4. Pesca.

Palavras-chave: Biologia populacional; Biologia reprodutiva; Brachyura; Distribuição ecológica; Recurso pesqueiro.

“Há verdadeiramente duas coisas diferentes: saber e crer que se sabe. A ciência consiste em saber; em crer que se sabe reside a ignorância.”

(Hípócrates)

*Dedico esta dissertação aos meus pais José
Antônio da Silva e Maria José Elias dos
Santos, os quais não mediram esforços em
me apoiar e incentivar a buscar sempre
mais.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, *Dr. Adilson Fransozo* pelo apoio, por ter confiado a mim os valiosos dados a partir dos quais foi realizada esta tese e principalmente por ter compartilhado toda experiência como pesquisador e professor. Agradeço a ele também por muitas vezes ser mais do que um orientador, um grande amigo.

À *Dra. Maria Lúcia Negreiros-Fransozo*, pelo exemplo profissional e por estar sempre disposta a ajudar e compartilhar o conhecimento. Mais do que uma professora e pesquisadora: uma segunda mãe.

Ao *Dr. Fabiano Gazzi Taddei*, pelo maior exemplo como zoólogo e professor. Teve papel fundamental em minhas decisões e ingresso na pós-graduação.

Aos colegas que forneceram apoio estatístico do GEEFAA (Grupo de Estudos em Ecologia e Fisiologia de Animais Aquáticos) *Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire* e *Dr. Carlos Eduardo Rocha Duarte Alencar* (Cadu).

Aos colegas *Dr. Eduardo Antônio Bolla Jr* e *Dra. Mariana Antunes* pelas valiosas sugestões ao participarem na “pré banca” do exame de qualificação.

Às colegas *Dra. Ariádine Cristine Almeida*, *Dra. Giovana Bertini*, *Dra. Vivian Fransozo Cunha*, *Dra. Luciana Segura de Andrade*, *Dr. Rogério Caetano da Costa*, *Dr. Antônio Leão Castilho* e *Dr. Gustavo Monteiro Teixeira* pela amizade, sugestões e críticas durante a minha formação.

Ao *CNPq* (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa concedida, processo #140607/2015-3.

Ao *BIOTA/FAPESP* (# 1998/07090-3) por financiar as coletas.

Ao *IBAMA* (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis) e à *Polícia Florestal*, por concederem a licença para a coleta do material nas áreas estudadas.

Ao *NEBECC* (Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos) por toda infraestrutura e materiais disponibilizados e aos integrantes deste grupo de pesquisa que participaram das árduas coletas, sem as quais seria impossível a realização desta tese.

Aos comandantes da embarcação *Progresso*, *Édson Ferreti* (Dedinho) e *Djalma Rosa* (Passarinho), pela dedicação durante as coletas.

À todos os companheiros, amigos e colegas de laboratório que fazem ou fizeram parte do NEBECC e que não foram citados anteriormente, mas que contribuíram direta ou indiretamente nesta fase da minha vida com sugestões, críticas, exemplos, amizades cujos valores levarei comigo a onde for: *Aline Nonato de Sousa*, *Verônica Pereira Bernardes*, *Camila Hipolito Bernardo*, *Gabriel Fellipe de Barros*, *Francislene Karina Martins*, *Jeniffer Nathália Teles*, *Camilo Ribeiro de Lima*, *Amanda Godoy* e *Geslaine Rafaela Gonçalves*.

Em especial à meus pais *José Antônio da Silva* e *Maria José Elias dos Santos*, irmã *Aline Cristina da Silva* e avós *João Elias dos Santos* e *Maria Costa dos Santos*, *Oswaldo Luiz da Silva* e *Helena Aparecida Francisco Luiz da Silva* pelo carinho, apoio financeiro e principalmente pelos valores pessoais que pude agregar ao longo da minha vida e que se refletem profissionalmente.

Mas quem nunca ouviu falar em crustáceos? É provável que todas as pessoas em algum momento da vida já tenham se deparado com algum crustáceo ou pelo menos ouvido falar. Eles estão presentes na vida humana em muitos aspectos, desde fonte de alimento até como matéria prima na indústria de cosméticos. Para algumas pessoas estes animais despertam grande curiosidade e até mesmo certo fascínio, afinal – nas palavras de Martin e Davis – nenhum outro grupo de animais alcançou a grande diversidade morfológica quanto os crustáceos.

De fato os crustáceos são verdadeiros “canivetes suíços” em termos de adaptações e versatilidade de seus apêndices articulados. Não é a toa que conseguiram habitar praticamente todos os ambientes deste planeta e explorar os mais variados hábitos de vida. Alguns dizem que os crustáceos são os “insetos do mar”, mas um biólogo mais atencioso diria que os insetos é quem são os “crustáceos da terra”.

Lembro-me que quando eu era criança meu pai me levava para pescar e eu sempre ficava empolgado, não pelo fato de capturar muitos peixes, mas sim pela curiosidade de conhecer o maior número de espécies. O meu momento favorito era o da captura das iscas, que consistia no uso de uma peneira junto à vegetação subaquática, cujo objetivo era capturar camarões (carídeos, provavelmente do gênero *Macrobrachium*), porém era notável a variedade de formas de vida que apareciam associadas a estas macrófitas: peixes, larvas de insetos e camarões. Mas os que mais me deixavam fascinado eram os caranguejos.

A paixão por algum tipo de animal aquático é o motivo que leva muitos biólogos a escolherem esta profissão. Gostar de caranguejos e siris pode ser uma característica estranha aos olhos de pessoas “não biólogas”, afinal estes animais nunca serão considerados “bichinhos Parmalat”, porém só quem tem um olhar diferenciado sobre a

natureza sabe apreciar a riqueza e a importância de se estudar estes animais. Se esta tese chegou até as suas mãos é porque você é uma dessas pessoas. Se você procura obter mais informações sobre este grupo, aqui você vai encontrar, mas principalmente sobre os caranguejos natantes popularmente conhecidos como “siris”.

Esta tese trás informações sobre duas espécies deste grupo, porém com características biológicas bem diferentes. É um livro sim, para biólogos, pois se desenvolve a partir de hipóteses que despertam objetivos, cujos resultados são atingidos através de uma metodologia científica e humildemente discutidos de acordo com um embasamento teórico. O objetivo aqui não é esclarecer ao leitor todas as suas dúvidas sobre este tema, mas sim despertar novas perguntas, pois o sábio não é aquele que acha que sabe tudo, mas sim aquele que tem consciência da infinidade de informações que ainda precisam ser descobertas.

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
Referências.....	9
CAPÍTULO 1: PADRÕES REPRODUTIVOS DOS SIRIS <i>Achelous spinimanus</i> E <i>Arenaeus cribrarius</i> (DECAPODA: PORTUNOIDEA) NO LITORAL NORTE PAULISTA: UM ESTUDO COMPARATIVO.....	13
Introdução.....	15
Material e Métodos.....	18
Resultados.....	21
Discussão.....	22
Referências.....	28
Tabelas.....	37
Figuras.....	39
CAPÍTULO 2: DISTRIBUIÇÃO DIFERENCIAL ENTRE OS SIRIS <i>Achelous spinimanus</i> E <i>Arenaeus cribrarius</i> NO LITORAL NORTE PAULISTA.....	44
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	48
Resultados.....	52
Discussão.....	55
Referências.....	61
Tabelas.....	69
Figuras.....	73
CAPÍTULO 3: COMPARAÇÃO DA ESTRUTURA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE SIRIS (CRUSTACEA: DECAPODA: PORTUNOIDEA) NO SUDESTE BRASILEIRO.....	83
Introdução.....	85
Material e Métodos.....	87
Resultados.....	89
Discussão.....	90
Referências.....	95
Tabelas.....	102
Figuras.....	104
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
Referências.....	109

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Entre todos os grupos de animais, ou plantas, nenhum deles apresenta uma diversidade morfológica tão grande quanto a dos Crustacea atuais (Martin e Davis, 2001). Existem mais de 67 mil espécies descritas para este subfiló e estima-se que um número de 5 a 10 vezes maior ainda estão para serem descobertas e catalogadas. Recebem este nome pelo fato de terem o exoesqueleto constituído por quitina e carbonato de cálcio. Além disso, se diferenciam dos outros artrópodes por possuírem uma larva característica, denominada de “náuplio”, e dois pares de antenas na cabeça (Brusca e Brusca, 2007).

Dentro deste grupo, os representantes da Ordem Decapoda são talvez os crustáceos mais bem conhecidos, incluindo os camarões, caranguejos, lagostas e ermitões, além de outros grupos menos conhecidos. Muitas destas espécies são fortemente exploradas comercialmente como, por exemplo: os camarões *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille 1817), *F. paulensis* (Perez-Farfante 1967) e *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (D’Incao *et al.*, 2002) e algumas espécies de siris como *Callinectes ornatus* Ordway, 1963 e *C. danae* Smith, 1869 (Mantelatto e Fransozo, 1999), além de *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) e *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) que podem ser encontrados a venda nas bancas de mercados de peixe em Ubatuba e em outras regiões.

Esta ordem pode ser dividida em dois grandes grupos, os Dendrobranchiata e os Pleocyemata. O primeiro está representado pelos camarões verdadeiros (Panaeoidea) e sergestídeos (Sergestoidea). O segundo agrupa todos os decápodos que incubam os ovos na região do abdômen, representado por sete Infraordens: Stenopodidea (camarões palhaço), Caridea (camarões carídeos), Axiidea e Gebiidea (anteriormente classificadas como Thalassinidea, representadas pelos “corruptos”), Achelata e Polychelida

(anteriormente chamadas de Palinura ou Macrura, representado pelas lagostas), Astacidea (lagostins), Anomura (ermitões, porcelanídeos, tatuíras, etc.) e Brachyura (caranguejos e siris) (De Grave *et al.*, 2009).

A infraordem Brachyura é representada por mais de 6.700 espécies descritas no mundo todo (Ng *et al.*, 2008, De Grave *et al.*, 2009). Dessas, mais de 300 são conhecidas na costa brasileira, distribuídas em 161 gêneros, pertencentes a 23 famílias (Melo 1996), e 188 espécies são descritas no litoral do Estado de São Paulo (Bertini *et al.*, 2004). Caranguejos e siris apresentam o abdome reduzido e flexionado abaixo do tórax, carecem de urópodes (apêndice localizado no último segmento abdominal dos outros decápodes), cefalotórax achatado dorsoventralmente e o primeiro par de pereiópode (patas) são quelados (em forma de pinça). Os machos apresentam abdome afilado, com somente dois pares de pleópodos (apêndices abdominais), enquanto as fêmeas apresentam abdome arredondado com quatro pares de pleópodos (Fransozo e Negreiros-Fransozo, 2016).

Devido a grande biomassa dos braquiuros e, conseqüentemente, importante atuação nas relações tróficas marinhas, este pode ser considerado como um dos grupos mais relevantes da comunidade bentônica marinha, tanto por fatores evolutivos (Ng *et al.*, 2008) quanto pela notável biomassa em relação aos demais grupos (Bertini *et al.*, 2004). Essa infraordem representa uma importante etapa no processo evolutivo dos crustáceos, tendo conquistado desde habitats marinhos até terrestres e apresentando variados hábitos de vida (Melo, 2003; Ng *et al.* 2008). No mar são encontrados principalmente em regiões costeiras: praias arenosas, águas rasas entre bancos de algas, recifes de corais, fundos de conchas, entre outros (Bowman e Abele 1982, Melo 1996), além disso, são importantes agentes estruturadores pela participação efetiva na cadeia

trófica (Pires, 1992), ou seja, constituem fonte de energia substancial para espécies de vários níveis da teia alimentar.

Entre os braquiúros de importância econômica estão os siris (superfamília Portunoidea), os quais se caracterizam pela presença de espinhos laterais na carapaça e pelo acentuado achatamento dorsoventral da carapaça e do último artícuo (dácilo) do quinto par de pereiópodes, os quais estão adaptados à natação (Williams 1984). No Brasil, são registradas mais de 20 espécies de Portunóideos, sendo aproximadamente 17 delas encontradas no litoral norte paulista (Melo 1996, Bertini *et al.*, 2004).

O gênero *Portunus* Weber, 1795, o qual deu nome à família, é claramente polifilético (Mantelatto *et al.*, 2007; Ng *et al.*, 2008), sendo portanto, o número de espécies ainda incerto. Recentemente, nove espécies deste gênero foram realocadas dentro do gênero *Achelous* De Haan, 1833 por Mantelatto *et al.* (2009), entre as quais se encontram *Achelous spinicarpus* Stimpson, 1871 e *A. spinimanus*, as quais são comumente encontradas no litoral norte paulista Braga *et al.* (2005), sendo que a primeira geralmente ocorre fora das enseadas e a segunda está mais associada a região interior.

Nesta tese foram escolhidas duas espécies de siris que ocorrem principalmente na região interna das enseadas no litoral norte paulista. A área amostral compreendeu duas regiões com características distintas, principalmente com relação às características sedimentológicas. Neste sentido é importante ressaltar que tais diferenças aumentam a amplitude de fatores ambientais a serem incorporados nas análises e assim obter resultados mais confiáveis para que se possa fazer inferências. Da mesma forma, as espécies escolhidas também possuem características ecológicas distintas, com preferências ambientais e adaptações distintas. Portanto, para que boas estratégias de conservação e manejo ambiental possam ser elaboradas, é necessário que os estudos de

base levem em consideração a biologia dos principais grupos de organismos que compõem a comunidade. A ideia aqui é demonstrar que nem sempre as espécies filogeneticamente próximas (neste caso os Portunoidea) devem ser tratadas como se apresentassem as mesmas características bioecológicas. Esta hipótese emerge baseada em conhecimentos prévios sobre os siris *A. spinimanus* e *A. cribrarius*.

A espécie *A. spinimanus* (Figura 1) está distribuída no Atlântico Oeste, desde o estado de Nova Jersey, nos Estados Unidos, até o Rio Grande do Sul, no Brasil, podendo ocorrer até cerca de 90m de profundidade (Melo, 1996). Este siri habita, principalmente, regiões com substratos ricos em cascalho e areia grossa (Santos *et al.*, 1994; Sousa *et al.*, 2018), com sua abundância variando temporalmente em função da quantidade de matéria orgânica contida no substrato (Lima *et al.*, 2014; Sousa *et al.*, 2018).

Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815

Família Portunidae Rafinesque, 1815

Achelous spinimanus (Latreille, 1819)



Figura 1. *Achelous spinimanus*. Informações baseadas em Melo, 1996.

O siri *A. cribrarius* (Figura 2) tem uma distribuição latitudinal mais ampla, ocorrendo desde o estado de Massachusetts, nos Estados Unidos, até La Paloma, Uruguai (Melo, 1996). Apesar de ser mais comum em regiões mais rasas, esta espécie tem sido registrada desde regiões entre marés em praias arenosas até 70m de profundidade, (Avila e Branco, 1996; Pinheiro *et al.*, 1996). Diferente de *A. spinimanus*, *A. cribrarius* habita regiões rasas com sedimento composto pelas frações mais finas (Silva *et al.*, 2018) e tem preferência por águas mais quentes (Pinheiro *et al.*, 1996).

Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815

Família Portunidae Rafinesque, 1815

Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818)



Figura 2. *Arenaeus cribrarius*. Informações baseadas em Melo, 1996.

As regiões amostradas nesta tese se destacam não só pela biodiversidade, mas também porque sofrem influência de massas de água com modelos de distribuição diferentes ao longo das estações do ano. A ACAS (Água Central do Atlântico Sul) é uma massa de água com temperaturas baixas que vem do sul e devido a sua densidade se desloca por baixo da Água Tropical em direção ao norte em determinadas épocas do ano (Emílsson, 1959). No sudeste brasileiro a ACAS é responsável pela queda de

temperatura durante parte da primavera e do verão, com temperaturas abaixo de 18 °C e salinidade baixa (Castro-Filho *et al.*, 1987). Além disso, esta massa d'água provoca um enriquecimento de nutrientes e conseqüentemente um aumento da produtividade primária, que serve como base de cadeia para muitas espécies de organismos planctônicos (Vega-Pérez, 1993), incluindo larvas de muitas espécies de crustáceos decápodos.

Desta forma, esta tese intitulada “Dinâmica populacional de duas espécies de siris de importância econômica: *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) e *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Decapoda, Portunoidea) em uma área de proteção ambiental, no litoral sudeste brasileiro”, utilizou dados provenientes de um projeto maior (projeto BIOTA/FAPESP) os quais consistiram em coletas mensais durante dois anos nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba.

Quando os dados deste estudo foram coletados, não existia nenhuma legislação ou instrução normativa a respeito da conservação ou utilização dos recursos naturais da região. Porém, atualmente faz parte de uma Área de Proteção Marinha (Área de Proteção Ambiental Marinha da Costa Norte: Setor Cunhambebe), desde outubro de 2008 (proclamação número 53.525 pelo Ministério do Meio Ambiente). Esta APA foi estabelecida com o objetivo de priorizar a conservação, bem como o uso sustentável dos recursos naturais marinhos da região. Pesca artesanal é permitida e realizada dentro e fora das enseadas ao longo do ano, com interrupção apenas durante o período de defeso, de 1 de Março até 31 de Maio (Instrução Normativa do IBAMA número 189/2009), o qual foi estipulado com a finalidade de evitar que esta atividade interfira na atividade reprodutiva de algumas espécies de camarões comercialmente exploradas. Durante este período, coletas científicas são permitidas apenas com autorização do IBAMA.

A fim de minimizar o tempo de publicação dos dados deste estudo, esta tese foi escrita na forma de três artigos científicos abordando os respectivos assuntos: biologia reprodutiva, distribuição ecológica e estrutura populacional. Objetivando publicações em língua inglesa, os tópicos “Material e Métodos” dos artigos já se encontram traduzidos para o inglês, bem como as figuras, tabelas e respectivas legendas.

REFERÊNCIAS

- Avila, M.G.; Branco, J.O. 1996 Aspectos bioecológicos de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck) (Decapoda, Portunidae) da Praia da Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 13(1): 165–174.
- Bertini, G.; Fransozo, A.; Melo, G.A.S. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2185-2207.
- Bowman, T.E; Abele, L.G. 1982. *Classification of the Recent Crustacea*. In: Bliss DE (ed.), *The biology of Crustacea*, Vol. 1, Systematics, the fossil record, and biogeography. Academic Press, New York, 319 p.
- Braga, A.A.; Fransozo, A.; Bertini, G.; Fumis, P.B. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 5(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/en/abstract?article+BN002050220055>.
- Brusca, R.C.; Brusca, G.J. 2007. *Invertebrados*. 2ª Edição, Sinauer Associates. Traduzido Editora Guanabara Koogan S. A., 968 p.
- Castro-Filho, B.M.; Miranda, L.B.; Myao, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2): 135-151.
- De Grave, S.; Pentcheff, N.D.; Ahyong, S.T; Chan, T.Y.; Crandall, K.A; Dworschak, P.C.; Felder, D.L.; Feldmann, R.M.; Fransen, C.H.J.M.; Goulding, L.Y.D.; Lemaitre, R.; Low, M.E.Y.; Martin, J.W.; Ng, P.K.L.; Schweitzer, C.E.; Tan, S.H.; Tshudy, D.; Wetzer, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, 21: 1-109.

- D’Incao, F.; Valentini, H.; Rodrigues, L.F. 2002 Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil.1965-1999. *Atlântica*, 24(2): 103-116.
- Emílsson, I. 1959. Alguns aspectos físicos e químicos das águas marinhas brasileiras. *Ciência e Cultura*, 11(2): 44-54.
- Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 2016. *Zoologia dos invertebrados*. 1 ed., Rio de Janeiro. Roca. 661pp.
- Lima, P.A.; Andrade, L.S.; Alencar, C.E.R.D.; Pereira, R.T.; Teixeira, G.M.; Fransozo, A. 2014. Two species of swimming crabs of the genus *Achelous* (Crustacea, Brachyura): environmental requirements determining the niche. *Hydrobiologia*. 727: 197-207.
- Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 72: 63-76.
- Mantelatto, F. L. M.; Robles, R. e Felder, D.L. 2007. Molecular phylogeny of the western Atlantic species of the genus *Portunus* (Crustacea, Brachyura, Portunidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*. 150: 211-220.
- Mantelatto, F.L.M.; Robles, R.; Schubart, C.D.; Felder, D.L. 2009. Molecular Phylogeny of the Genus *Cronius* Stimpson, 1860, with Reassignment of *C. tumidulus* and Several American Species of *Portunus* to the Genus *Achelous* De Haan, 1833 (Brachyura: Portunidae). In: Martin, J.W.; Crandall, K.A.; Felder, D.L. *Decapod Crustacean Phylogenetics*, New York, Crustacean Issues 18, p.567-579.
- Martin, J.W.; Davis, G. E. 2001. *An updated classification of the recent Crustacea*. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series, v. 39, p. 123.
- Melo, G.A.S. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Plêiade/FAPESP, São Paulo, 603 p.

- Melo, G.A.S. 2003. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. Loyola, São Paulo, 429 p.
- Ng, P.K.L.; Guinot, D.; Davie, P.J.F. 2008. Systema brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 17: 1-286.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1996 Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56: 705–716.
- Pires, A.M.S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, Southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 86: 63-76.
- Santos, S., Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Atlântica* 16: 125–141.
- Silva, T.E.; Andrade, L.S.; Fransozo, V.; Freire, F.A.M. e Fransozo, A. 2018. Population parameters and distribution of *Arenaeus cribrarius* (Crustacea, Portunoidea), in southeastern brazilian coast. *Boletim do Instituto de Pesca*, 44(1): 1-9.
- Sousa, A.N.; Bertini, G.; Taddei, F.G.; Costa, R.C.; Silva, T.E.; Fransozo, A. 2018. Modulating factors of the abundance and distribution of *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) (Decapoda, Portunoidea), a fishery resource, in Southeastern Brazil. *Peer J*, 6: e5720.
- Vega-Perez, L.A. 1993. Estudo do zooplâncton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Instituto Oceanográfico de São Paulo*, 10: 65–84.

Williams, A.B. 1984. *Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, 550 p.

CAPÍTULO 1

**PADRÕES REPRODUTIVOS DOS SIRIS *Achelous spinimanus* E
Aeraneus cribrarius (DECAPODA: PORTUNOIDEA) NO LITORAL
NORTE PAULISTA: UM ESTUDO COMPARATIVO**

PADRÕES REPRODUTIVOS DOS SIRIS *Achelous spinimanus* E *Aenaenus cribrarius*
(DECAPODA: PORTUNOIDEA) NO LITORAL NORTE PAULISTA: UM ESTUDO
COMPARATIVO

RESUMO

Os siris *Achelous spinimanus* e *Aenaenus cribrarius* são capturados como fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral norte paulista. Ambas as espécies possuem valor comercial e por isso são aproveitadas e vendidas nas bancas de mercado. Estudar as características reprodutivas dos recursos pesqueiros constitui uma ferramenta importante para elaboração de estratégias de manejo e conservação ambiental, visto que nem todas as espécies têm padrões similares em um mesmo local. Portanto, os objetivos deste trabalho foram comparar período de reprodução e recrutamento entre *A. spinimanus* e *A. cribrarius* e estimar o tamanho de maturidade sexual para ambos os sexos de cada espécie. Os animais foram coletados nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. Foi verificado que *A. spinimanus* e *A. cribrarius* possuem períodos reprodutivos em estações do ano diferentes, no inverno e verão, respectivamente. Também foi possível observar que *A. spinimanus* tem pico de recrutamento após o pico de *A. cribrarius*. Estas diferenças temporais das características reprodutivas podem representar uma estratégia evolutiva para evitar competição por alimento com outras espécies. Comparando as estimativas de tamanho de maturidade sexual com outros estudos, também foi possível observar certa plasticidade reprodutiva para ambas as espécies, o que sugere que esta característica pode variar temporal e espacialmente.

Palavras chave: período reprodutivo, maturidade sexual, Siri Candeia, Siri Chita, Brachyura.

INTRODUÇÃO

O litoral sudeste brasileiro possui uma grande quantidade de baías e enseadas, isto porque sua plataforma tem um relevo irregular e uma borda bem recortada em decorrência da proximidade com a Serra do Mar (Mahiques, 1995). Estas características levam a formação de vários micro-habitat, favorecendo o desenvolvimento e estabelecimento da biota marinha (Negreiros-Fransozo *et al.*, 1991). Por estas características, esta região desperta interesse para a pesca de arrasto, e vem sendo explorada com intuito de capturar principalmente o “camarão-sete-barbas” *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Mantelatto *et al.*, 2016) e os camarões “rosa” *Farfantepenaeus paulensis* (Perez-Farfante, 1967) e *F. brasiliensis* (Latreille 1817) (Severino-Rodrigues *et al.*, 2002; Bertini *et al.*, 2010a).

O apetrecho utilizado nesta modalidade de pesca não é seletivo, o que resulta na captura de outras espécies sem interesse comercial (Hall, 1999), denominadas como “bycatch” ou “fauna acompanhante”. Por isto, esta atividade é considerada predatória, pois muitos indivíduos são descartados mortos ou debilitados (Broadhurst e Kennelly, 1996; Hall, 1999) além de causar danos físicos ao substrato não consolidado (Kaiser *et al.*, 2002), causando impacto e desestabilizando as comunidades bentônicas (Branco e Fracasso, 2004).

Entre os crustáceos decápodos capturados como fauna acompanhante da pesca de arrasto, estão os membros da Infraordem Brachyura, conhecidos popularmente como “caranguejos”. Devido a grande biomassa dos braquiúros e, conseqüentemente, importante atuação nas relações tróficas marinhas, este pode ser considerado como um

dos grupos mais relevantes da comunidade bentônica marinha (Bertini *et al.*, 2004). Dentro deste grupo, os membros da superfamília Portunoidea (conhecidos como “sirís”) constituem um taxon com um dos maiores valores em riqueza de espécies e abundância de indivíduos quando comparado aos demais braquiuros do litoral norte paulista (Braga *et al.*, 2005; Bertini *et al.*, 2010a; Mantelatto *et al.*, 2016). Além disso, possuem um papel fundamental nos níveis intermediários da teia trófica dos ecossistemas costeiros, atuando como predadores de vários grupos de invertebrados e vertebrados (Branco e Verani, 1997; Branco e Lunardon-Branco, 2002) e servindo de presa para algumas espécies de peixes (Viana e Vianna, 2014; Motta *et al.*, 2016).

Além da importância ecológica, muitas espécies de portunóideos apresentam potencial pesqueiro e alto valor comercial, sendo, portanto, coletados juntamente com os camarões, constituindo um recurso alimentar que pode ser encontrado nas bancas de mercado na maioria das cidades costeiras. Entre as espécies comercialmente exploradas estão os sirís *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) e *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), conhecidos popularmente como “siri candeia” e “siri chita”, respectivamente.

A espécie *A. spinimanus* está distribuída no Atlântico Oeste, desde o estado de Nova Jersey, nos Estados Unidos, até o Rio Grande do Sul, no Brasil, podendo ocorrer até cerca de 90m de profundidade (Melo, 1996). Este siri habita, principalmente, regiões com substratos ricos em cascalho e areia grossa (Santos *et al.*, 1994; Sousa *et al.*, 2018), com sua abundância variando temporalmente em função da quantidade de matéria orgânica contida no substrato (Lima *et al.*, 2014; Sousa *et al.*, 2018).

Por outro lado, o siri *A. cribrarius* tem uma distribuição latitudinal mais ampla, ocorrendo desde o estado de Massachusetts, nos Estados Unidos, até La Paloma, Uruguai (Melo, 1996). Apesar de ser mais comum em regiões mais rasas, esta espécie tem sido registrada desde regiões entre marés em praias arenosas até 70m de

profundidade, (Avila e Branco, 1996; Carmona-Suárez e Conde, 2002; Pinheiro *et al.*, 1996; De Léo e Prires-Vanin, 2006;). Diferente de *A. spinimanus*, *A. cribrarius* habita regiões rasas com sedimento composto pelas frações mais finas (Silva *et al.*, 2018) e tem preferência por águas mais quentes (Pinheiro *et al.*, 1996).

Diante dos diferentes padrões de distribuição ecológica em relação aos fatores ambientais observados para estas duas espécies, é levantada a hipótese de que exista, também, diferenças em relação às características reprodutivas entre elas, uma vez que muitas espécies de braquiúros têm sua atividade reprodutiva diretamente relacionada aos seus padrões de distribuição ecológica (Sastry, 1983; Andrade *et al.*, 2014).

Estudos sobre as características reprodutivas das espécies fornecem ferramentas importantes para elaboração de projetos de conservação e manejo ambiental, uma vez que estimativas do tamanho de maturidade sexual e períodos de cópula, desova e recrutamento ajudam a entender o ciclo de vida das espécies (Pinheiro e Fransozo, 1998; Bertini *et al.*, 2010b). Sendo assim, estudos comparativos entre espécies que habitam uma determinada área, podem ajudar na determinação e avaliação das medidas de conservação ambiental, como por exemplo, períodos de defeso de pesca, os quais podem não abranger as fases do ciclo reprodutivo de algumas espécies caso haja diferenças entre elas. Portanto, este estudo tem como objetivo comparar certas características reprodutivas entre os portunídeos *A. cribrarius* e *A. spinimanus* tais como: período de reprodução e recrutamento e estimar o tamanho de maturidade sexual morfológica para ambos os sexos de cada espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Study area:

This study was carried out in two regions of the southeastern Brazilian coast. The sampled localities differ with reference to their hydro geographic characteristics. Ubatuba littoral (23° 26 'S, 45° 02' W) presents a diverse combination of environmental variables such as texture and amount of organic matter available in the sediment, temperature and salinity of the water (Mantelatto and Fransozo, 1999). In contrast, the Caraguatatuba littoral area (23 ° 51'S, 45 ° 26'W) presents a homogeneous variation of these same environmental factors, because it is sheltered from the direct action of the waves and winds by the “São Sebastião” Island, showing the bottom morphology with slightly variations (Barros *et al.*, 1997).

Three water masses influence the studied region, which in comparison to each other, have idiosyncratic characteristics and distinct models of distribution throughout the year (Pires, 1992): Coastal Water (CW: Temperature > 20 °C and Salinity < 36), Tropical Water (TW: T > 20 °C and S > 36), and South Atlantic Central Water (SACW: T < 18 °C and S < 36) (Castro-Filho *et al.*, 1987).

When the data of this study were collected, there was no legislation or normative instruction regarding the conservation or utilization of the natural resources of this region. However, it is currently part of an Marine Protected Area (Marine Environmental Protection Area of the North Coast: Sector Cunhambebe), since October 2008 (proclamation number: 53,525, by the Ministry of the Environment). This MPA was established with the aim of prioritizing conservation, such as the sustainable use of the region's natural marine resources. Artisanal shrimp fishing of commercial interest is allowed and carried out in and out of the bays throughout the year, with interruption only in the closed period, from March 1st to May 31st (IBAMA Normative Instruction

#189/2009), which was stipulated in order to avoid that this activity interferes in the reproductive activities of some species of commercially exploited shrimp. During this period, scientific collections are allowed with authorization of IBAMA.

Data collection

During two years monthly samplings were carried out from July 2001 to June 2003 in the Ubatuba and Caraguatatuba regions of the northern coast of the State of São Paulo. In each locality, the sampling was accomplished by a shrimp fishing boat equipped with double-rig trawls that sampled seven depths, as follows: 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 m (Figure 1). The net opening was approximately 4.5 m, and the distances between nodes in the main net body and in the terminal cod were 20 and 15 mm, respectively. Each trawl lasted 30 minutes, covering an area of 18,000 m². During the trawling, bottom water samples were taken with a Nansen bottle at each station. Water temperature (°C) and salinity were measured with a mercury thermometer (accuracy = 0.5°C) and an optical refractometer (accuracy = 0.5), respectively.

Both species of swimming crabs were identified according to Melo (1996) and particularly *A. spinimanus* in its previous nomenclature, as *Portunus spinimanus*. The sex of each specimen was determined by observing the abdominal morphology (triangular, males; rounded, females) and pleopod number (2 pairs, males; 4 pairs, females). After that, individuals were classified into demographic groups according to Haefner (1990), with juveniles (immature) and adults (mature) differentiated by the adherence of the abdomen to the thoracic sternites (adhered in juveniles and non-adhered in adults), as follows: juvenile males, adult males, juvenile females, adult females and ovigerous females.

Posteriorly, the reproductive condition of each adult female specimen was verified by the macroscopic observation of the gonadal development stage, being classified, rudimentary (RU, thin and with pale yellow color), in developing (ID, beginning of ovary maturation with yellow color and the connection between right and left tubes are clear) and developed (DE, bright orange ovary which fills almost the whole thoracic cavity) (adapted by Santos and Negreiros-Fransozo, 1999; illustrative photos available on Mantelatto, 1995)

Data analysis

For each species, the reproductive period was verified by the presence of ovigerous females in the seasons of the year and analyzed by a Correspondence Analysis (CA). The abundance of females in each gonadal development stage at different seasons of the year was compared by a CA. In this analysis, the association of both variables (gonadal development stage and seasons) was summarized in a contingency table. Therefore, the data were graphically positioned in points with an area proportional to the abundance of the contingency table. The statistical significance of the axis value was obtained by a chi square test with simulated p (based on 2000 randomizations) (Nenadic and Greenacre, 2007)

The recruitment period was verified by the proportion of juveniles in relation to the total abundance in each season of the year. The proportion of juveniles was calculated in relation to the total of individuals of each species, i. e., the expected proportion (calculated as: $J_{A.cribrarius}/N_{A.cribrarius}$ and $J_{A.spinimanus}/N_{A.spinimanus}$, where “J” is the total number of juveniles and “N” is the total number of individuals, in each locality) and expressed as percentage (Silva *et al.*, 2017a). Difference was tested with respect to its significance, i.e., between the expected and the observed juvenile proportion in each

season of the year, by means of a binomial test (Wilson and Hardy 2002). The seasons when juvenile proportions were significantly higher ($\alpha = 0.05$) than expected were considered as recruitment periods.

For the estimation of size at morphological sexual maturity, males and females were analyzed isolated, and data were organized into two groups: juveniles and adults. The size at which 50% of them reached sexual maturity (CW= carapace width) was estimated by the relative frequency (%) of adults, in each size class, adjusted to a sigmoid curve based on the following equation: $y = \frac{1}{1 + e^{(-r(CW - CW_{50}))}}$; where y is the estimated proportion of mature individuals, and r is the coefficient of angulation of the logistic curve. The equation was adjusted by the minimum squares method (Vazzoler,1996).

RESULTADOS

No total foram coletados 1653 indivíduos da espécie *A. spinimanus*, dos quais foram 153 juvenis (68 machos e 85 fêmeas) e 1500 adultos (424 machos e 1076 fêmeas, das quais 523 estavam ovígeras). Da espécie *A. cribrarius* foram coletados 936 indivíduos, dos quais foram 201 juvenis (104 machos e 97 fêmeas) e 735 adultos (494 machos e 241 fêmeas, das quais 58 estavam ovígeras).

Indivíduos da espécie *A. spinimanus* foram mais abundantes no inverno e outono de ambos os anos de coleta (Tabela 1), sendo que as fêmeas ovígeras apresentaram relação com o inverno e as com gônadas desenvolvidas com o verão (Figura 2). Nos dois períodos de coleta foi observada uma maior abundância de *A. cribrarius* no período correspondente ao verão (Tabela 1). Fêmeas com gônadas desenvolvidas foram relacionadas com o inverno e as ovígeras com o verão (Figura 3).

Juvenis de ambas as espécies foram observados o ano todo com as maiores abundâncias durante o verão de 2002 e outono de 2003 para *A. spinimanus* e primavera de 2001 e verão de 2003 para *A. cribrarius* (Figura 4). O recrutamento juvenil de *A. spinimanus* foi mais intenso na primavera de 2001, verão de 2002 e outono de 2003, uma vez que nestas estações a proporção de jovens em relação aos adultos foi significativamente maior (teste binomial, $p < 0.05$) do que a proporção esperada (0.09 jovens/adultos). Para *A. cribrarius* a proporção de jovens esperada foi de 0.21 jovens/adultos e apresentou valores significativamente maiores (teste binomial, $p < 0.05$) na primavera de 2001 e no verão e outono de 2003. A variação sazonal da abundância relativa dos indivíduos jovens em relação aos adultos de cada espécie pode ser vista na figura 5.

Os tamanhos estimados para maturidade sexual morfológica de *A. spinimanus* foram 35.31 e 34.75 mm (LC), para machos e fêmeas, respectivamente (Figura 6), no entanto a menor fêmea ovígera encontrada apresentou 47.2 mm. Para *A. cribrarius* os tamanhos estimados foram 50.92 mm para machos e 50.29 mm para fêmeas (Figura 7), sendo que a menor fêmea ovígera apresentou 62.2 mm de largura da carapaça.

DISCUSSÃO

É possível afirmar que tanto *A. spinimanus* quanto *A. cribrarius* estão estabelecidas nas regiões amostradas, uma vez que todos os grupos demográficos tiveram capturas constantes ao longo dos dois anos de coleta. Ainda que estas espécies pertençam a uma mesma Superfamília e ocorram nas mesmas latitudes, foi possível observar certas diferenças quanto às características reprodutivas analisadas neste trabalho.

A associação das fêmeas ovígeras de *A. spinimanus* com o inverno, pode ser um indicativo de que durante esta estação ocorre uma atividade reprodutiva mais intensa. Este resultado não é muito comum para braquiuros do sudeste brasileiro, pois a região está situada em uma latitude de transição entre clima tropical e subtropical, onde é comum que as espécies apresentem reprodução contínua ou com picos maiores durante o verão (Braga *et al.*, 2007; Fransozo *et al.*, 2013; Andrade *et al.*, 2015a; Gonçalves *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2017a, 2017b, 2018). Os autores acima citados relatam que tais picos são influenciados pela entrada da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), a qual atinge a região de Ubatuba no final da primavera e permanece durante o verão, causando um enriquecimento de nutrientes que favorecem a produção primária, aumentando então a quantidade de alimento disponível para as larvas planctônicas destes animais (Castro-Filho *et al.*, 1987; Aidar *et al.*, 1993).

Os efeitos desta massa d'água podem ter influenciado na associação das fêmeas com gônadas desenvolvidas de *A. spinimanus* com o verão, uma vez que o aumento da produtividade primária resulta, também, em um aumento de matéria orgânica no bentos. De acordo com Pires-Vanin *et al.* (1993), boa parte da matéria orgânica resultante da produtividade fitoplanctônica é transferida para o ambiente bentônico através das fezes das “salpas” (Chordata: Tunicata: Salpidae), servindo como base de cadeia alimentar que resulta em um aumento da quantidade de alimento disponível o nível trófico dos detritívoros bentônicos, os quais servem de alimento para muitas espécies de siris. Desta forma, fêmeas de *A. spinimanus* têm recursos energéticos suficientes para serem aproveitados e utilizados no desenvolvimento gonadal até o período reprodutivo.

O siri *A. cribrarius* apresentou um padrão contrário ao observado para *A. spinimanus*, com fêmeas ovígeras associadas ao verão. Outros autores já registraram um resultado similar para esta espécie (Pinheiro e Fransozo, 2002; Andrade *et al.*, 2015a;

Da Silva *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2018). Tais autores sugeriram que este padrão seja uma sincronia adaptativa entre o período reprodutivo e estações com maior quantidade de alimento disponível (fitoplâncton) para as larvas, portanto, apesar desta espécie ter reprodução contínua, o verão é a estação com maior pico de fêmeas ovígeras. Conseqüentemente isto explica a associação das fêmeas com gônadas desenvolvidas com o inverno, pois de acordo com Pinheiro e Fransozo (2002), indivíduos de *A. cribrarius* começam a atividade reprodutiva com a cópula ocorrendo com maior intensidade no outono, período no qual as fêmeas armazenam o espermatóforo, transferido pelos machos, em espermatecas, até o momento da desova. Ainda de acordo com o mesmo autor, as fêmeas que são copuladas nesta época, passam por um período de maturação gonadal nas estações seguintes (inverno e primavera) até o momento da desova (final da primavera e durante o verão). Neste aspecto faltam informações mais detalhadas na literatura para *A. spinimanus*.

Como consequência de picos reprodutivos alternados entre estas duas espécies, o período de recrutamento também apresentou uma leve assincronia entre elas. De um modo geral o recrutamento de *A. cribrarius* coincide com o período sobre influência da ACAS e em seguida ocorre o de *A. spinimanus*. Alguns autores relatam a influência desta massa d'água sobre os padrões de recrutamento de várias espécies de portunídeos, como por exemplo: *Achelous spinicarpus* (Stimpson, 1871), *A. cribrarius*, *Callinectes ornatus* Ordway, 1968, (Silva *et al.*, 2017a, 2018; Andrade *et al.*, 2014, 2015b). Tais autores relatam que o enriquecimento de nutrientes causado por esta massa d'água beneficia indiretamente os recrutas nas populações.

Apesar destes benefícios, o fato de que muitas espécies têm recrutamento juvenil com maior intensidade na mesma estação do ano pode aumentar a competição interespecífica. Pinheiro *et al.* (1997), ao estudar o dimensionamento e sobreposição de

nicho das espécies de portunídeos na Enseada da Fortaleza (localizada entre as duas regiões do presente estudo), relata que *A. cribrarius* é a espécie com a segunda maior amplitude de nicho, ficando atrás apenas de *C. ornatus*. Os autores anteriormente citados ainda afirmaram que *A. spinimanus* teve 5,71% de sobreposição de nicho com *A. cribrarius* e 48,53% com *C. ornatus*, a qual também foi uma espécie que apresentou reprodução e recrutamento no período sob influência da ACAS, ou seja, o fato de *A. spinimanus* ter seus períodos de reprodução e recrutamento em estações diferentes das outras espécies, pode ser uma estratégia adaptativa para diminuir a competição interespecífica nesta fase do ciclo de vida.

Andrade et al. (2015a) considera que estas variações e adaptações das características reprodutivas das espécies em função de fatores ambientais e bióticos são devido a plasticidade reprodutiva. Ainda de acordo com a mesma autora, isto também reflete em alterações no tamanho de maturidade sexual, e pode se desenvolver também devido à fatores exógenos e/ou antrópicos, como a pesca e a introdução de espécies exóticas.

Para ambas as espécies abordadas no presente estudo foram encontrados tamanhos de maturidade sexual nos quais os valores estimados para machos são ligeiramente maiores do que os estimados para fêmeas. Isto geralmente ocorre porque os machos investem mais energia em seu crescimento somático do que as fêmeas, que a direcionam para a reprodução (Hartnoll, 1982), uma vez que a produção de ovócitos requer mais energia do que a produção de espermatozoides (Hartnoll, 2006). Considerando o consumo de energia, Hartnoll (1985) verificou que o crescimento e a reprodução são processos concorrentes. Uma das causas básicas de redução do crescimento é o desvio de energia para os processos reprodutivos, a qual não é, portanto, disponível para o crescimento somático (Hartnoll 2006). Ainda de acordo com

o mesmo autor, outros fatos que levaram a seleção de machos maiores ao longo do processo evolutivo foram uma série de fatores relacionados à reprodução, tais como: displays visuais, competição por fêmeas e proteção das mesmas durante a cópula. Tais comportamentos foram comprovados para *A. cribrarius* por Pinheiro e Fransozo (1999) em observações feitas em laboratório. Segundo os mesmo autores, o comportamento de cópula desta espécie consiste na formação de um casal, geralmente, com um macho em intermuda maior do que a fêmea em pré-muda, após a corte. Acredita-se que este seja um padrão geral para a maioria dos portunídeos.

Pinheiro e Pardal-Souza (2016) observaram que machos da espécie *A. cribrarius* apresentam maior número de picos modais em classes de tamanho (6 para machos e 3 para fêmeas), tais autores também atribuem esta característica ao fato dos machos apresentarem taxa de crescimento mais intenso e, assim, com mais grupos etários dentro de uma população. Isto já foi comprovado por Pinheiro e Hattori (2006), os quais obtiveram $k = 1,8$ e $1,6$ para machos e fêmeas, respectivamente, onde “ k ” representa uma constante de crescimento.

Para *A. spinimanus* não é possível afirmar que o mesmo esteja ocorrendo, uma vez que faltam informações na literatura a respeito das taxas de crescimento entre machos e fêmeas, porém especula-se que sim, uma vez que nos trabalhos de Santos *et al.* (1995a) e Ripoli *et al.* (2007), também foram observados machos com mais picos modais do que as fêmeas, o que sugere mais grupos etários dentro das populações e, conseqüentemente, maior número de mudas ao longo do desenvolvimento.

Se tratando de tamanho de maturidade sexual, ambas as espécies apresentam certa plasticidade reprodutiva, pois vários autores já empregaram diferentes métodos para fazer esta estimativa e obtiveram resultados variados, tanto para os tamanhos de maturidade sexual quanto para o da menor fêmea ovígera (ver Tabela 2). Isto significa

que vários fatores (bióticos ou abióticos) podem estar afetando e influenciando o tamanho em que estas espécies atingem a maturidade, tanto temporalmente quanto espacialmente.

Portanto, pode-se concluir que as espécies abordadas neste estudo, apresentam características reprodutivas que se diferenciam temporalmente quando se trata de período de reprodução e recrutamento e outras que se assemelham, se tratando dos tamanhos estimados de maturidade sexual não possuem um padrão geral. Os resultados aqui apresentados ainda chamam atenção para que se tenha cautela ao considerar que espécies filogeneticamente próximas (mesma família, no caso dos portunídeos) apresentam características e nichos semelhantes dentro de um ecossistema. Ou seja, os planos de conservação e manejo devem considerar também as peculiaridades e características de cada espécie dentro de um grupo, e também as características e fatores ambientais locais. No caso das espécies estudadas, o período de defeso no litoral norte paulista (final do verão e começo do outono), para *A. spinimanus*, preserva apenas parte do período de recrutamento, não abrangendo o período reprodutivo. Para *A. cribrarius* preserva apenas o final do período reprodutivo, não abrangendo o pico de recrutamento.

REFERÊNCIAS

- Aidar, E.; Gaeta, S.A.; Giancesella-Galvão, S.M.F.; Kutner, M.B.B.; Teixeira, C. 1993. Ecosistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. Publicação especial do Instituto Oceanográfico, 10: 9-43.
- Andrade, L.S.; Bertini, G.; Fransozo, V.; Teixeira, G.M.; Barros-Alves, S.P.; Fransozo, A. 2014 Differential occupation of habitat as a reproductive strategy of the blue crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (Crustacea: Decapoda). *Marine Biodiversity*, 44(1), 27–36.
- Andrade, L.S.; Frameschi, I.F.; Castilho, A.L.; Costa, R.C.; Fransozo, A. 2015b. Can the pattern of juvenile recruitment and population structure of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura) be determined by geographical variations? *Marine Ecology*, 36(4), 950–958.
- Andrade, L.S.; Fransozo, V.; Bertini, G.; Negreiros-Fransozo, M.L.; López-Greco, L.S. 2015a. Reproductive Plasticity in the Speckled Crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) Associated with a Population Decline. *Journal of Coastal Research*, 31(3):645-652.
- Avila, M.G.; Branco, J.O. 1996 Aspectos bioecológicos de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck) (Decapoda, Portunidae) da Praia da Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 13(1): 165–174.
- Barros, C.E.; Corres, I.C.S.; Baitelli, R.; Elias, A.R.D. 1997. Aspectos sedimentares da enseada de Caraguatatuba, litoral do Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 69(1): 19-36.

- Bertini, G.; Fransozo, A.; Melo, G.A. 2004 Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from nonconsolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2185-2207.
- Bertini, G.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 2010a. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. *Marine Biodiversity*, 40: 277-291.
- Bertini, G.; Teixeira, G.M.; Fransozo, V.; Fransozo, A. 2010b. Reproductive period and size at the onset of sexual maturity of mottled purse crab, *Persephona mediterranea* (Herbst, 1794) (Brachyura, Leucosioidea) on the southeastern Brazilian coast. *Invertebrate Reproduction and Development*, 54(1): 7–17.
- Braga, A.A.; Fransozo, A.; Bertini, G.; Fumis, P.B. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 5(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/en/abstract?article+BN002050220055>.
- Braga, A.A.; Fransozo, A.; Bertini, G.; Fumis, P.B. 2007 Bathymetric distribution and recruitment of the spider crab *Libinia spinosa* H. Milne Edwards 1834 in the Ubatuba and Caraguatatuba regions, northern coast of São Paulo, Brazil (Crustacea, Brachyura, Majoidea, Pisidae). *Senckenbergiana Biologica*, 87(1): 7-16.
- Branco, J.O.; Fracasso, H.A.A. 2004. Ocorrência e abundância da carcinofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*, 21: 295–301.
- Branco, J.O.; Lunardon-Branco, M.J. 2002. Ecologia trófica de *Portunus spinimanus* Latreille (Decapoda, Portunidae) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3): 723-729.

- Branco, J.O.; Verani, R. 1997. Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(4): 1003-1018.
- Broadhurst, M.K.; Kennelly, S.J. 1996 Effects of the circumference of codends and a new design of square mesh panel in reducing unwanted by-catch in the New South Wales oceanic prawn-trawl fishery. *Fishery Research*, 27: 203-214.
- Carmona-Suárez, C.A.; Conde, J.E. 2002 Local distribution and abundance of swimming crabs (*Callinectes* spp. and *Arenaeus cribrarius*) on a tropical arid beach. *Fisheries Bulletin*, 100(1): 11–25.
- Castro-Filho, B.M.; Miranda, L.B.; Myao, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2): 135-151.
- Da Silva, A.R.; Barioto, J.G.; Grabowski, R.C.; Castinho, A.L. 2017. Temporal and bathymetric distribution of juveniles and adults of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* from coastal waters of southern Brazil. *Biologia*, 72(3): 325-332.
- De Léo, F.C.; Pires-Vanin, A.M.S. 2006 Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 60: 268–284.
- Fransozo, V.; Silva, T.E.; Fumis, P.B.; Bertini, G.; Lima, P.A. 2013. Ecological distribution and population structure of *Acantholobulus schmitti* (Rathbun, 1930) (Crustacea, Decapoda, Xanthoidea) on the southeastern Brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, 61(4):277-287.

- Gonçalves, G.R.L.; Grabowski, R.C.; Bochini, G.L.; Costa, R.C.; Castilho, A.L. 2017. Ecology of the spider crab *Libinia ferreirae* (Brachyura: Majoidea): ontogenetic shifts in habitat use. *Hydrobiologia*, 795: 313-325.
- Haefner, P.A.Jr;. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. *Bulletin of Marine Sciences*, 46(2): 274-286.
- Hall, S.J. 1999 *The Effects of Fishing on Marine Ecosystems and Communities. Fish Biology and Aquatic Resources Series 1*, New York, Blackwell. Chapters 2 and 9: p.16-47 and p. 220-222.
- Hartnoll, R.G. 1982 Growth. In: BLISS D.E. *The Biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics*. New York Academic, New York. p. 11-196.
- Hartnoll R.G. 1985. *Growth, sexual maturity and reproductive output*. In: Wenner AM (ed.), *Crustacean issues: factors in adult growth*. Vol. 3, AA Balkema, Rotterdam, p. 101-128.
- Hartnoll, R.G. 2006 Reproductive investment in Brachyura. *Hydrobiologia*, 557(1): 31–40.
- Kaiser, M.J.; Collie, J.S.; Hall, S.J.; Jennings, S.; Poiner, I.R. 2002 Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3: 114-136.
- Lima, P.A.; Andrade, L.S.; Alencar, C.E.R.D.; Pereira, R.T.; Teixeira, G.M.; Fransozo, A. 2014. Two species of swimming crabs of the genus *Achelous* (Crustacea, Brachyura): environmental requirements determining the niche. *Hydrobiologia*. 727: 197-207.
- Mahiques, M.M. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43: 111-122.

- Mantelatto, F.L.M. 1995. Biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) do litoral norte do Estado de São Paulo. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Botucatu, Brazil, Ph.D. Thesis. 194p.
- Mantelatto, F.L.; Bernardo, C.H.; Silva, T.E.; Bernardes, V.P.; Cobo, V.J.; Fransozo, A. 2016. Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do Camarão-Sete-Barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do estado de São Paulo. Boletim do Instituto de Pesca. 42(2): 307-326.
- Mantelatto, F. L. M.; Fransozo, A. 1999. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. Revista Brasileira de Biologia, 59(1): 23-31.
- Melo, G.A.S. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Plêiade/FAPESP, São Paulo, Brasil. 604pp.
- Motta, N.S.; Della-Fina, N.; Souza, C.C.A.; Rodrigues, E.S.; Amorim, A.F. 2016. Analysis of food habits of skate *Rioraja agassizii* (Elasmobranchii, Rajidae) from southern Brazil. Brazilian Journal of Biology, 76: 469-475.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. Pinheiro, M.A.A.; Mantelatto, F.L.M.; Santos, S. 1991. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. Revista Brasileira de Geociências, 21: 114-120.
- Nenadic, O.; Greenacre, M. 2007. Correspondence analysis in R, with two- and three-dimensional graphics: the ca package. Journal of Statistical Software, 20: 1-13.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A. 1998. Sexual maturity of the speckled swimming crab *Aranaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Ubatuba Coast. State of São Paulo, Brazil. Crustaceana, 71:434-452.

- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A. 1999 Reproductive behavior of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) in captivity. *Bulletin of Marine Science*, 64(2): 243-253.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A. 2002. Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian coast Near 23°30's. *Journal of Crustacean Biology*, 22(2): 416–428.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1996 Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56: 705–716.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1997. Dimensionamento e sobreposição de nichos dos portunídeos (Decapoda, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(2): 371-378.
- Pinheiro, M.A.A.; Hattori, G.Y. 2006. Growth of the speckled swimming crab, *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae), in Ubatuba (SP), Brazil. *Journal of Natural History*, 40(21-22): 1331-1341.
- Pinheiro, M.A.A.; Pardal-Souza, A.L. 2016. Historical background of the population biology of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Crustacea: Portunidae) in the Ubatuba coast, southeast Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2): 419-429.
- Pires, A. M. S., 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, Southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 86: 63-76.
- Pires-Vanin, A.M.S.; Rossi-Wogtschowski, C.L.D.B.; Aidar, E.; Mesquita, H.S.L.; Soares, L.S.H.; Katsuragawa, M.; Matsuura, Y. 1993. Estrutura e função do

- ecossistema de plataforma continental do Atlântico Sul brasileiro: síntese dos resultados. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, (10): 217-231.
- Ripoli, L.V.; Fernandes, J.M.; Rosa, D.M.; Araujo, C.C.V. 2007. Dinâmica populacional de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Portunidae) em um trecho litorâneo da Ilha do Frade, Vitória – ES. Boletim do Instituto de Pesca, 33(2): 205-212.
- Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1996. Maturidade fisiológica em *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba, SP. Papéis Avulsos de Zoologia, 39(20): 365-377.
- Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1999. Reproductive cycle of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille (Crustacea, Decapoda, Brachyura) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. Revista brasileira de Zoologia, 16: 1183–1193.
- Santos, S., Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. Atlântica 16: 125–141.
- Santos, S., Negreiros-Fransozo, M.L., Fransozo, A. 1995b. Morphometric relationships and maturation in *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae). Revista Brasileira de Biologia, 55(4): 545-553.
- Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 1995a. Estructura poblacional de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) en la Ensenada de la Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. Revista de Invaestigaciones Marinas, 16(1-3): 37-43.
- Sastry, A.N. 1983. *Ecological aspects of reproduction*. In: D.E Bliss (ed), *The biology of Crustacea: Environmental adaptations*. New York, Academic Press, p. 179–270.

- Severino-Rodrigues, E.; Guerra, D.S.F.; Graça-Lopes, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto da Pesca, 28: 33-48.
- Silva, T.E.; Andrade, L.S.; Fransozo, V.; Freire, F.A.M. e Fransozo, A. 2018. Population parameters and distribution of *Arenaeus cribrarius* (Crustacea, Portunoidea), in southeastern brazilian coast. Boletim do Instituto de Pesca, 44(1): 1-9.
- Silva, T.E.; Frameschi, I.F.; Almeida, A.C.; Fransozo, V.; Bertini, G. e Taddei, F.G. 2017b. Ecological distribution and population features of *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Crustacea: Decapoda: Xanthoidea) caught by bottom trawling in the southeastern coast of Brazil: implications for its population structure. Nauplius, 25: e2017010.
- Silva, T.E.; Fransozo, V.; Taddei, F.G.; Costa, R.C.; Almeida, A.C. e Fransozo, A. 2017a. Reproductive analyses of the swimming crab *Achelous spinicarpus* (Stimpson, 1871) (Crustacea: Decapoda: Portunoidea) on the northern coast of São Paulo, Brazil. Boletim del Instituto Oceanográfico de Venezuela, 56(1): 133-140.
- Sousa, A.N.; Bertini, G.; Taddei, F.G.; Costa, R.C.; Silva, T.E.; Fransozo, A. 2018. Modulating factors of the abundance and distribution of *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) (Decapoda, Portunoidea), a fishery resource, in Southeastern Brazil. Peer J. 6: e5720.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1966. *Biologia da reprodução de peixes teleóteo: teorias e prática*. EDUEM, Maringá. 169 pp.

Viana, A.F.; Vianna, M. 2014. The feeding habits of the eyespot skate *Atlantoraja cyclophora* (Elasmobranchii: Rajiformes) in southeastern Brazil. *Zoologia*, 31: 119–125.

Wilson, K.; I. C. W. Hardy. 2002. *Statistical analysis of sex ratios: an introduction*. In: *Sex Ratios: Concepts and Research Methods*. Ed. I.C.W. Hardy, Cambridge University Press, Cambridge. 48-92 p.

TABLES

Table 1. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) and *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Abundance of each demographic group by season of the year.

Species	Year	Season	JM	AM	JF	AF	OF	Total
<i>Achelous spinimanus</i>	2001	Winter	6	72	6	80	145	309
		Spring	15	10	10	11	8	54
		Summer	15	58	24	137	59	293
	2002	Autumn	13	120	14	155	113	415
		Winter	3	58	3	66	85	215
		Spring	0	22	2	24	51	99
	2003	Summer	5	32	9	28	22	96
		Autumn	11	52	17	52	40	172
		Total		68	424	85	553	523
<i>Arenaeus cribrarius</i>	2001	Winter	11	52	15	26	2	106
		Spring	27	44	17	30	4	122
		Summer	14	263	17	16	8	318
	2002	Autumn	1	36	2	25	10	74
		Winter	7	34	7	26	1	75
		Spring	8	26	5	12	4	55
	2003	Summer	20	16	25	17	26	104
		Autumn	16	23	9	31	3	82
		Total		104	494	97	183	58

JM = juvenile males, AM = adult males, JF = juvenile females, AF = adult non

ovigerous females and OF = ovigerous females.

Table 2. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) and *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Comparison of the estimated size at sexual maturity and smallest ovigerous female founded in the present study with others studies.

Species	Reference	Site	Methodology	Estimated size at sexual maturity (CW mm)		Smallest ovigerous female (CW mm)
				Males	Females	
<i>Achelous spinimanus</i>	Present study	Northeastern coast of São Paulo State, Brazil	External morphology	35.31	34.75	47.2
	Santos et al. (1995b)	Ubatuba, SP, Brazil	Morphometry	44.9	48.8	-
	Santos and Negreiros-Fransozo (1996)	Ubatuba, SP, Brazil	External morphology	48.5	47	46.2
	Santos and Negreiros-Fransozo (1996)	Ubatuba, SP, Brazil	Gonadal development stage	47	46	46.2
	Andrade et al. (2017)	Macaé, RJ, Brazil	Gonadal development stage	39.9	42.9	52.8
<i>Arenaeus cribrarius</i>	Present study	Northeastern coast of São Paulo State, Brazil	External morphology	50.92	50.29	62.2
	Avila and Branco (1996)	Florianópolis, SC, Brazil	External morphology	75.0 - 80.0	75.0 - 80.0	-
	Pinheiro and Fransozo (1998)	Ubatuba, SP, Brazil	Morphometry	52	59.7	-
	Pinheiro and Fransozo (1998)	Ubatuba, SP, Brazil	Gonadal development stage	63.4	59.6	-
	Andrade et al. (2015a)	Ubatuba, SP, Brazil	Gonadal development stage	50.1	56.3	-

FIGURES

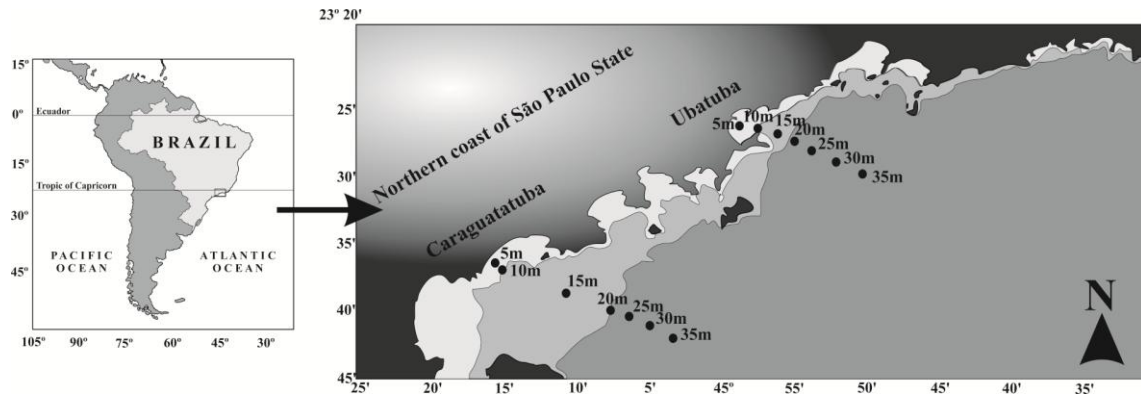


Figure 1. Map of the studied region.

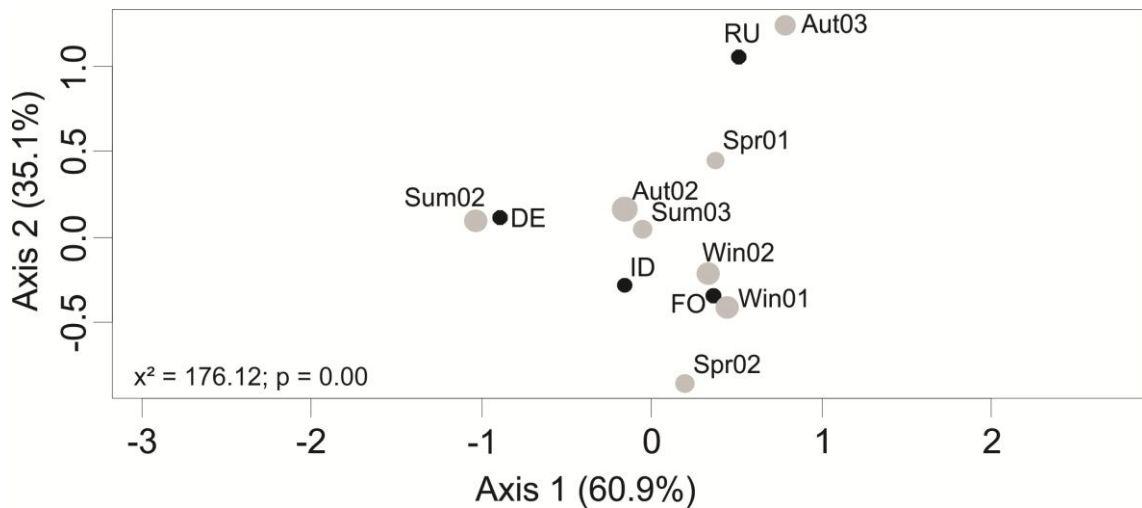


Figure 2. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819). Correspondence analysis of the abundance of ovigerous females (OF) and non ovigerous females grouped by gonadal development stage (RU = rudimentary, ID = in development, DE = developed) by seasons of the year (Win = winter, Spr = spring, Sum = summer, Aut = autumn, 01 = 2001, 02 = 2002 and 03 = 2003).

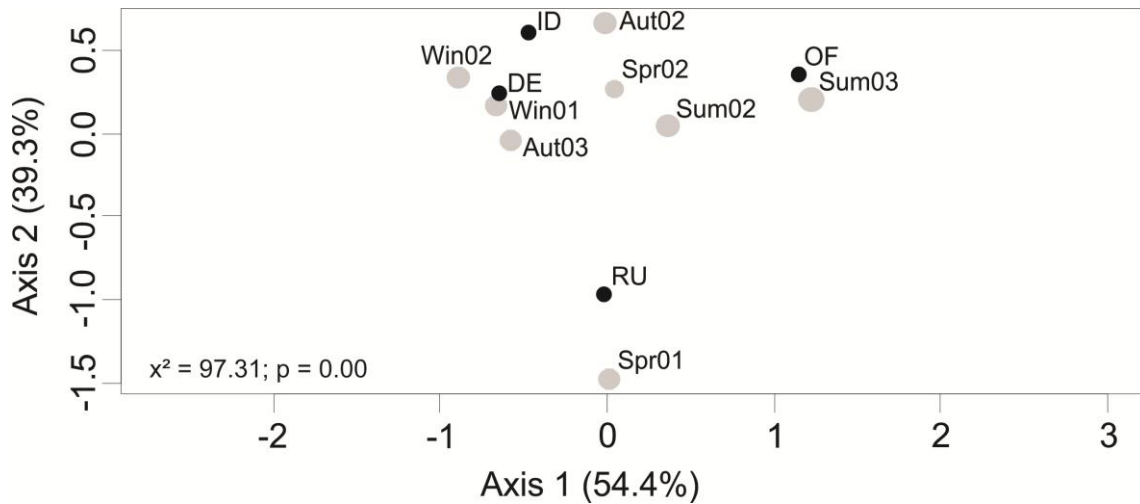


Figure 3. *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Correspondence analysis of the abundance of ovigerous females (OF) and non ovigerous females grouped by gonadal development stage (RU = rudimentary, ID = in development, DE = developed) by seasons of the year (Win = winter, Spr = spring, Sum = summer, Aut = autumn, 01 = 2001, 02 = 2002 and 03 = 2003).

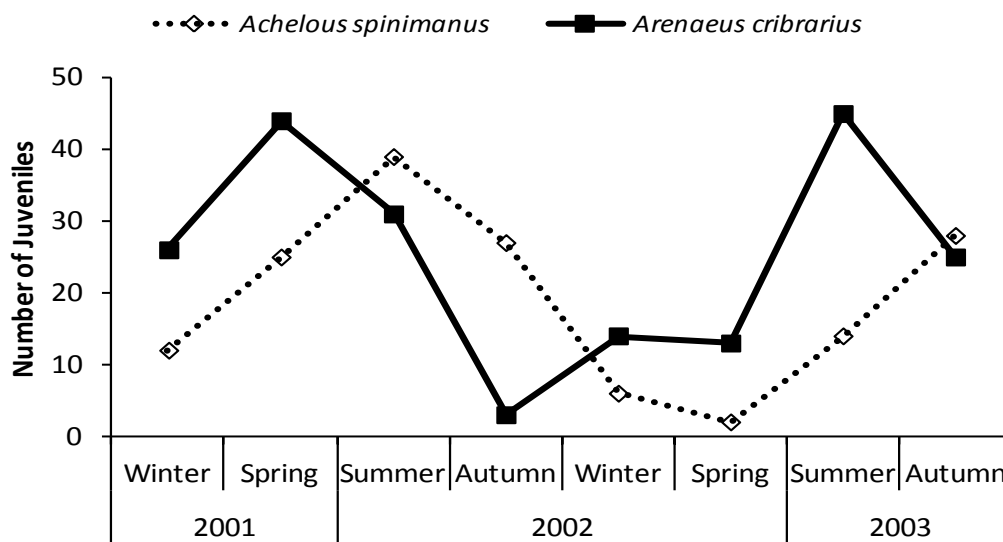


Figure 4. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) and *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Abundance of juveniles in each sampled season of the year from Ubatuba and Caraguatatuba regions.

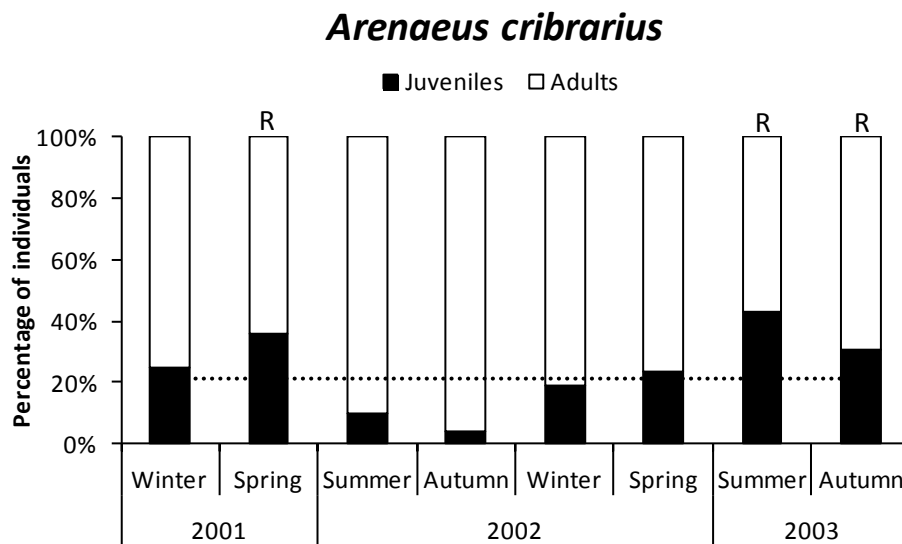
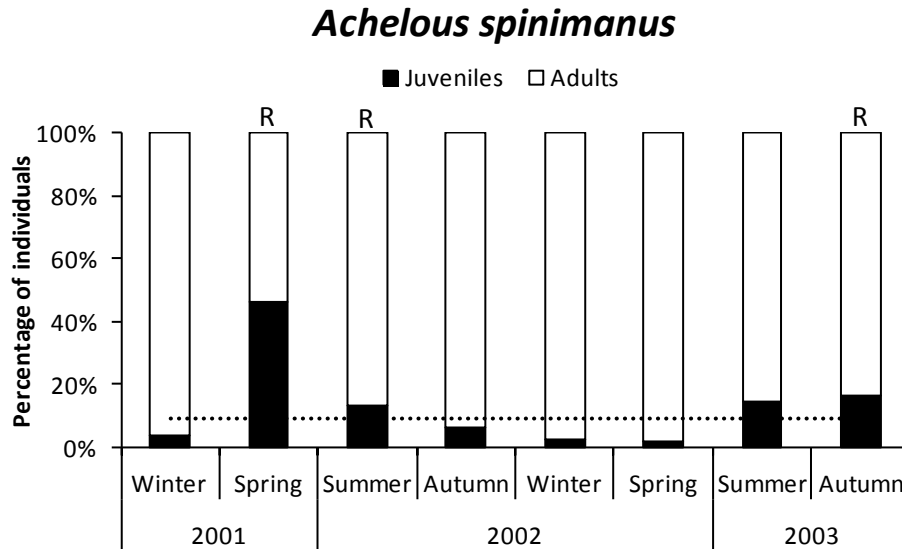


Figure 5. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) and *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Percentage of individuals (juveniles and adults) in Ubatuba and Caraguatatuba regions. The “R” indicates seasons when observed juveniles proportion are significantly higher than the expected (binomial test, $p < 0.05$), indicating recruitment. Dotted lines indicates the expected proportion of juveniles.

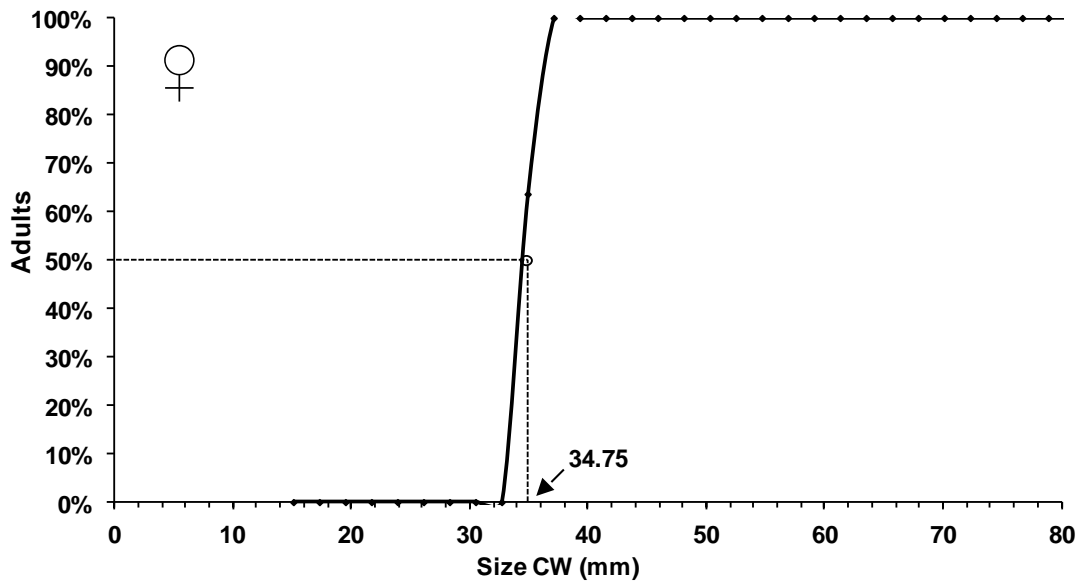
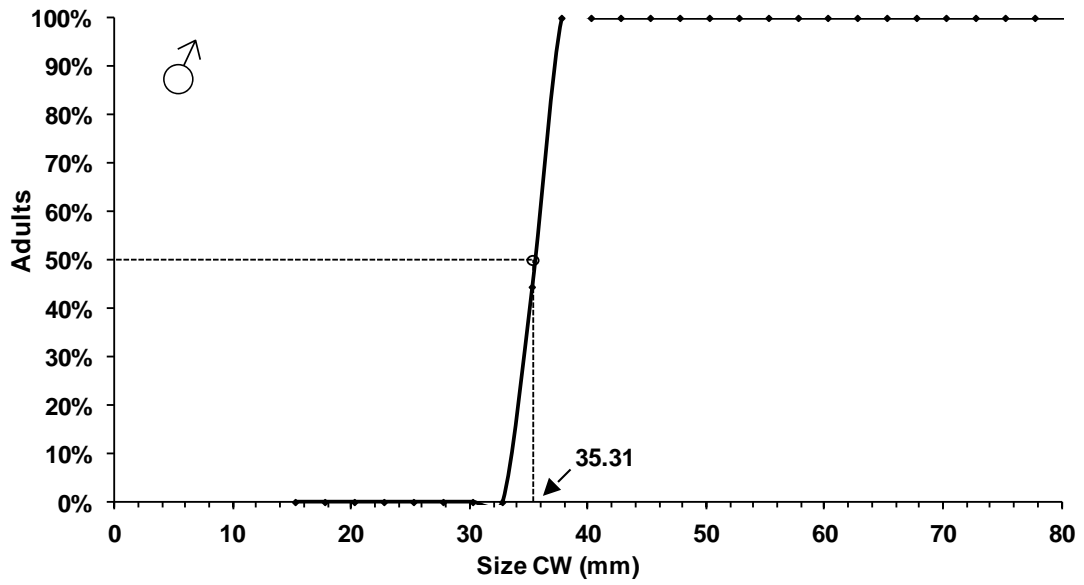


Figure 6. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819). Percentage of adult individuals, males (♂) and females (♀) with the tendency line fitted to the logistic function for individuals collected in Ubatuba. The arrow indicates the estimated size at morphological sexual maturity.

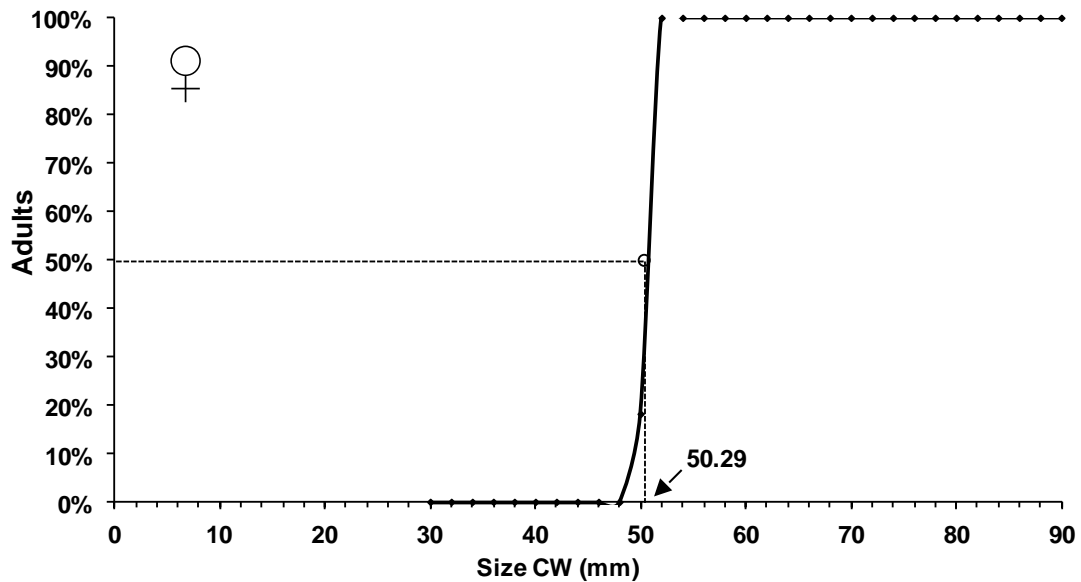
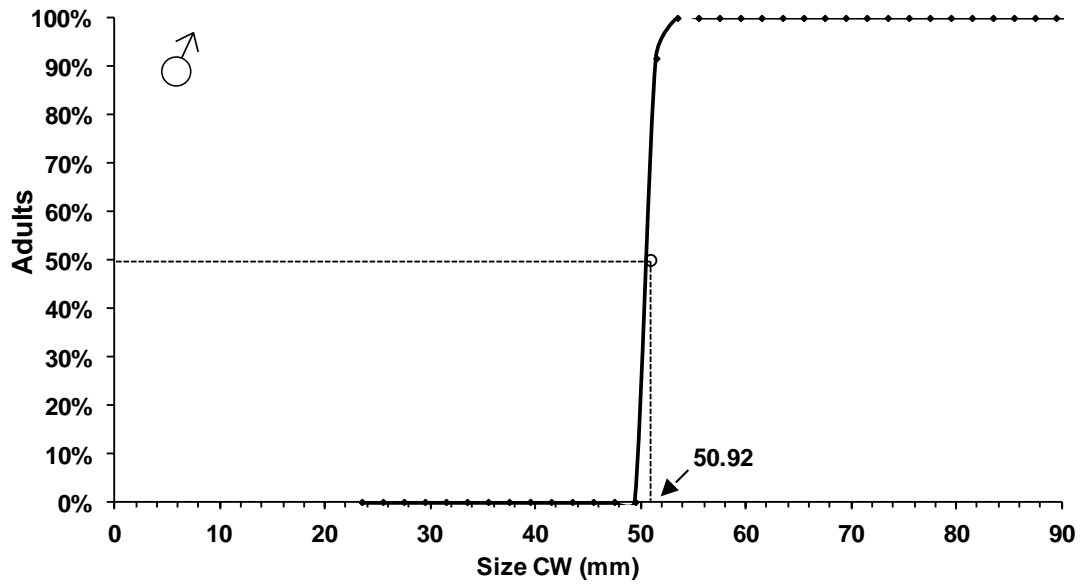


Figure 7. *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Percentage of adult individuals, males (♂) and females (♀) with the tendency line fitted to the logistic function for individuals collected in Ubatuba. The arrow indicates the estimated size at morphological sexual maturity.

CAPÍTULO 2

**DISTRIBUIÇÃO DIFERENCIAL ENTRE OS SIRIS *Achelous spinimanus* E *Arenaeus cribrarius* NO LITORAL NORTE
PAULISTA**

DISTRIBUIÇÃO DIFERENCIAL ENTRE OS SIRIS *Achelous spinimanus* E *Aenaenus cribrarius* NO LITORAL NORTE PAULISTA

RESUMO

Algumas espécies de portunídeos são capturadas como fauna acompanhante da pesca camaroeira. As que apresentam valor comercial são aproveitadas, como é o caso de *Achelous spinimanus* e *Aenaenus cribrarius*, portanto é necessário compreender os padrões de distribuição ecológica de tais espécies. Este estudo realizou uma comparação dos padrões de distribuição espaço temporal e a relação com os fatores ambientais de *A. spinimanus* e *A. cribrarius* no litoral norte paulista. Os animais foram coletados mensalmente nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, nas profundidades de 5 a 35m. Os fatores ambientais analisados foram: temperatura e salinidade de fundo, porcentagem de matéria orgânica e textura do sedimento. Foi possível observar diferenças nos padrões de distribuição entre as duas espécies. *A. spinimanus* tem preferência por locais com sedimento mais heterogêneo, os quais são favoráveis para o desenvolvimento dos animais que servem de presa para esta espécie. Já o siri *A. cribrarius* habita regiões mais rasas e com sedimento fino, isto porque esta espécie possui adaptações morfofisiológicas que evitam que o sedimento muito fino entre nas cavidades orais e branquiais. Para ambas as espécies as fêmeas ovígeras procuram locais mais profundos, provavelmente para maximizar a dispersão larval.

Palavras chave: Portunoidea, Siri Candeia, Siri Chita, distribuição ecológica, Brachyura.

INTRODUÇÃO

Devido a grande extensão e variedade de ambientes o Brasil é considerado um *hotspot*, em termos de biodiversidade mundial (Mantelatto *et al.*, 2016). A região sudeste brasileira, mais especificamente o litoral norte do estado de São Paulo, se destaca devido a grande quantidade de baías e enseadas. Isto porque, historicamente, a proximidade com a Serra do Mar leva a um relevo irregular e uma borda bem recortada (Mahiques, 1995). Estas características levam a formação de vários micro-habitat, favorecendo o desenvolvimento e estabelecimento da biota marinha (Negreiros-Fransozo *et al.*, 1991).

Os crustáceos decápodos estão entre os principais grupos que fazem parte da composição faunística deste ambiente, pois são muito numerosos e apresentam grande diversidade e riqueza de espécies (Pires, 1992; Bertini *et al.*, 2010; Mantelatto *et al.*, 2016). Entre eles, os membros da Infraordem Brachyura podem ser considerados como um dos grupos mais relevantes da comunidade bentônica marinha, isto devido a sua biomassa e, conseqüentemente, sua relevante importância nas relações tróficas marinhas (Bertini *et al.*, 2004).

Comparado aos demais braquiúros que fazem parte da fauna bentônica do infralitoral com substrato arenoso, os “sirís” (membros da superfamília Portunoidea) constituem um taxon com um dos maiores valores em riqueza de espécies e abundância de indivíduos no litoral norte paulista (Braga *et al.*, 2005, Bertini *et al.*, 2010, Mantelatto *et al.*, 2016). Além disso, possuem um papel fundamental nos níveis intermediários da teia trófica dos ecossistemas costeiros, atuando como predadores de vários grupos de invertebrados e vertebrados (Branco e Verani, 1997; Branco e Lunardon-Branco, 2002) e servindo de presa para algumas espécies de peixes (Viana e Vianna, 2014; Motta *et al.*, 2016). Os sirís *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) e

Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818) as quais são espécies que comumente ocorrem na mesma enseada, porém apresentam padrões de distribuição e preferências ecológicas distintas.

O siri *A. spinimanus*, conhecido popularmente como “siri candeia”, está distribuído no atlântico oeste, desde o estado de Nova Jersey, nos Estados Unidos, até o Rio Grande do Sul, no Brasil, podendo ocorrer até cerca de 90m de profundidade (Melo, 1996). Geralmente é encontrado em locais com substratos ricos em cascalho e areia grossa (Santos *et al.*, 1994; Sousa *et al.*, 2018) e com matéria orgânica abundante (Lima *et al.*, 2014; Sousa *et al.*, 2018).

A. cribrarius, conhecido como “siri chita”, tem uma distribuição latitudinal mais ampla, ocorrendo desde o estado de Massachusetts, nos Estados Unidos, até La Paloma, Uruguai (Melo, 1996). É comum em regiões mais rasas, porém esta espécie tem sido registrada desde regiões entre marés em praias arenosas até 70m de profundidade, (Avila e Branco, 1996; Carmona-Suárez e Conde, 2002; De Léo e Prires-Vanin, 2006). Esta espécie habita regiões com sedimento composto pelas frações mais finas (Silva *et al.*, 2018) e tem preferência por águas mais quentes (Pinheiro *et al.*, 1996).

De acordo com Bertini e Fransozo (2004), as espécies de caranguejos e siris possuem um padrões de distribuição ecológica específicos, e segundo Pinheiro *et al.* (1997), estes são estritamente relacionados a certos fatores ambientais que cercam a comunidade, como por exemplo: características do sedimento (textura e teor de matéria orgânica), temperatura e salinidade. Logo, o conhecimento desta influência nos organismos marinhos é uma etapa importante para a compreensão da distribuição destes animais.

Portanto, é levantada a hipótese de que estas duas espécies apresentem padrões de distribuição espaço-temporal variando diferentemente em relação aos fatores

ambientais. Algumas diferenças entre estas duas espécies já foram relatadas de forma isolada, no entanto ainda não foi realizado nenhum estudo, com foco comparativo, envolvendo os padrões de distribuição ecológica e em relação aos fatores ambientais que afetam tais espécies. Tais estudos podem contribuir para a elaboração de estratégias de conservação e manejo mais eficientes, uma vez que estas devem considerar, também, as interações e particularidades de cada espécie que compõe a comunidade de uma determinada área. Outro ponto a ser levado em consideração é a variação dos fatores ambientais de cada local, uma vez que as espécies de braquiuros respondem de maneiras diferentes (Pinheiro *et al.* 1997). Tais fatores podem determinar a ocupação ou restrição de uma espécie a um determinado local (Mantelatto *et al.*, 1995) de acordo com as respectivas histórias evolutivas.

Portanto os objetivos deste trabalho foram comparar os padrões de distribuição espaço-temporal, variações na abundância em função das variáveis ambientais analisadas (temperatura e salinidade da água e teor de matéria orgânica e textura do sedimento) entre as espécies *A. spinimanus* e *A. cribrarius* no litoral norte paulista. Além disso, será avaliado, em ordem de significância, quais são as variáveis que mais influenciam a distribuição de cada espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Study area

The sampled localities had different hydro-geographic characteristics. The Ubatuba littoral area (23° 26 'S, 45° 02' W) presents a diverse combination of environmental variables, such as the texture and amount of organic matter available in the sediment and the water temperature and salinity (Mantelatto and Fransozo, 1999a). In contrast, these environmental factors in the Caraguatatuba littoral area (23 ° 51'S, 45

° 26'W) are homogenous, because it is sheltered from the direct action of waves and winds by “São Sebastião” Island, showing a bottom topography with slight variations (Barros et al., 1997).

Three water masses influence the studied region, which, compared to each other, have idiosyncratic characteristics and distinct distributions throughout the year (Pires, 1992): Coastal Water (temperature > 20 °C and salinity < 36), Tropical Water (temperature > 20 °C and salinity > 36), and South Atlantic Central Water (temperature < 18 °C and salinity < 36) (Castro-Filho *et al.*, 1987).

Environmental and biological data

Monthly samplings were carried out from July 2001 to June 2003 in the Ubatuba and Caraguatatuba areas of the northern coast of the State of São Paulo, Brazil. In each locality, the sampling was accomplished by a shrimp fishing boat equipped with double-rig trawls that sampled seven depths, as follows: 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 m (Fig. 1). The net opening was approximately 4.5 m, and the distances between nodes in the main net body and in the terminal cod were 20 and 15 mm, respectively. Each trawl lasted 30 minutes, covering an area of 18,000 m². During the trawling, bottom water samples were taken with a Nansen bottle at each station. Water temperature (°C) and salinity were measured with a mercury thermometer (accuracy = 0.5°C) and an optical refractometer (accuracy = 0.5), respectively.

The swimming crabs were identified according to Melo (1996) and in the case of *A. spinicarpus* in its previous nomenclature, as *Portunus spinicarpus*). The sex of each specimen was determined by observing the abdominal morphology (triangular, males; rounded, females) and pleopod number (2 pairs, males; 4 pairs, females). After that, individuals were classified into demographic groups according to Haefner (1990), with

juveniles (immature) and adults (mature) differentiated by the adherence of the abdomen to the thoracic sternites (adhered in juveniles and non-adhered in adults), as follows: juvenile males, adult males, juvenile females, adult females and ovigerous females.

Sediment samples were obtained at each station with a Van Veen grab (0.06 m²) to analyze the grain size composition and organic matter content of the sediment. Sediment samples were transported to the laboratory and oven-dried at 70°C for 48 h. The sediment for granulometric analysis was separated into two samples of 50 g each. After that, 250 ml of NaOH solution (0.2 N) was added to suspend the silt+clay. The subsamples were washed using a sieve (mesh size = 0.063 mm), through which only the silt+clay fraction passed. The remaining sediment was dried and passed through a graduated sieve according to the Wentworth scale (1922). This scale classifies the grain diameter into seven fractions: gravel (G, > 2.0 mm), very coarse sand (VCS, 2.0 –| 1.0 mm), coarse sand (CS, 1.0 –| 0.5 mm), average sand (AS, 0.5 –| 0.25 mm), fine sand (FS, 0.25 –| 0.125 mm), very fine sand (VFS, 0.125 –| 0.062 mm) and silt + clay (S + C, < 0.062 mm). This way, different particle sizes of the sediment were separated, the content of each sieve was weighted again, and then the mean percentage of each granulometric fraction was estimated. Three main granulometric classes were defined according to Magliocca and Kutner (1965): class A = AS + CS + VCS + G, class B = FS + VFS and class C = S + C.

Measures of *phi* (central tendency) were used to determine which of the grain-size fractions was the most frequent in the sediment on the basis of their percentages at each transect. These values were calculated according to the graphical depiction of the cumulative frequency-distribution curves of the sediments based on the *phi* scale ($\phi = -\log_2 d$ where d is the grain diameter in mm) (Tucker, 1988). All procedures for the

sediment analysis followed the protocols of Hakanson and Jansson (1983) and Tucker (1988).

The organic-matter content of the sediment was estimated as the difference between the initial and final ash-free dry weights of three subsamples (10 g each) incinerated in porcelain crucibles at 500°C for 3 h (Hieri *et al.*, 2001).

Data analyses

First, the data were logarithmized and tested for univariate and multivariate normality, respectively, by Shapiro-Wilk (Shapiro and Wilk, 1965) and multivariate symmetry and kurtosis tests (Mardia, 1970; 1980), with modifications proposed by Doornik and Hansen (2008) – omnibus test. To test the homogeneity of the variances, the Brown-Forsythe test (Brown and Forsythe, 1974) was used.

A classification tree was performed to verify which environmental variables characterized the differentiation of the sampling points in each region and the seasons of the year for both grouped regions.

The spatial (sampling points) distribution patterns of *A. spinimanus* and *A. cribrarius* were analyzed by an correspondence analysis (CA). The abundance of demographic groups at different sampling points was compared by two CA for each species (two regions by species). In this analysis, the association of both variables (demographic group and sampling points) was summarized in a contingency table. Therefore, the data were graphically positioned in points with an area proportional to the abundance of the contingency table. The statistical significance of the axis value was obtained by a chi square test with simulated p (based on 2000 randomizations) (Nenadic and Greenacre, 2007).

To verify the correlations between the abundance of the specimens (males and females) with environmental variables, we carried out a redundancy analysis (RDA). First, the data matrix of environmental variables was transformed to mean 0 and variance 1 ('standardized'). After that, it was inspected by the presence of collinearity by calculating the VIF (variance inflation factor). Environmental variables with VIF values above 3 were considered collinear and therefore excluded from further analyses. The matrix of environmental variables and the matrix of abundance values of individuals (males and females) were correlated using a redundancy analysis (RDA) (Oksanen *et al.*, 2013). Only environmental variable values above 0.4 and less than -0.4 were considered to have biological meaning for the RDA axis (Rakocinski *et al.*, 1996).

For all analyses, the significance level was $\alpha = 0.05$ (Zar, 2010). The statistical software R v 3.2.0 (R Development Core Team) was utilized for all analyses, with the "party" package for classification tree (Strobl *et al.*, 2007, 2008), "ca" package for CA (Nenadic and Greenacre, 2007) and the "vegan" package (Oksanen *et al.*, 2013) for RDA routines.

RESULTADOS

Em ambas as regiões foi possível observar uma termoclina em relação à temperatura de fundo e de superfície (temperatura de superfície maior que a de fundo) que fica mais acentuada conforme aumenta a profundidade, sendo maior durante o verão (Figuras 2 e 3). A salinidade de fundo apresentou menores valores em menores profundidades, com exceção apenas durante a primavera (Figuras 2 e 3). A região de Ubatuba apresentou um decréscimo nos valores de *phi* e porcentagem de matéria orgânica em função da profundidade (Figura 4). Em Caraguatatuba as maiores quantidades de silte e argila (altos valores de *phi*) ocorreram nos 15 e 20 m de

profundidade. Nos transectos próximos (15 a 25 m) também ocorreram os maiores valores de porcentagem de matéria orgânica (Figura 4).

Espacialmente as variáveis ambientais que melhor caracterizaram os pontos amostrais na região de Ubatuba foram ϕ e porcentagem de matéria orgânica. Os valores de $\phi > 5.1$ caracterizam melhor os 5 m, abaixo deste valor a porcentagem de matéria orgânica > 5 distingue os 10 m dos demais pontos amostrais. As maiores profundidades são caracterizadas pelos menores valores de ϕ (Figura 5). Em Caraguatatuba a textura do sedimento e a porcentagem de matéria orgânica foram as principais variáveis ambientais que distinguem os pontos amostrais. Valores de ϕ abaixo de 2.78 tiveram maior relação com os 35 m, enquanto que acima destes valores foi a matéria orgânica o fator ambiental que mais influenciou, cujos valores de OM < 2.6 estavam mais relacionados com os 5, 10 e 30 m de profundidade. A temperatura foi relevante apenas entre os pontos amostrais de 10 e 20 m (Figura 6).

Temporalmente temperatura e salinidade de fundo foram as variáveis ambientais de maior importância para caracterizar as estações do ano (Figura 7). Temperaturas baixas caracterizaram primavera de 2001 ($BT \leq 18$ °C, Node 2, $p < 0.01$) e de 2002 ($BT \leq 20.8$; Node 7; $p < 0.05$), enquanto a salinidade de fundo foi significativa para caracterizar apenas o inverno de 2002 ($BS \leq 34.6$; Node 5; $p < 0.01$).

No total foram coletados 1653 indivíduos de *A. spinimanus*, sendo 492 machos (68 jovens e 424 adultos) e 1161 fêmeas (85 jovens e 1076 adultas, das quais 523 estavam ovígeras). A maior abundância de indivíduos foi observada na região de Ubatuba (931 indivíduos) e nesta região nos 20 e 25m de profundidade (439 e 228 indivíduos, respectivamente). Em Caraguatatuba a maioria dos indivíduos ocorreu nos 30 e 35m de profundidade (178 e 313 indivíduos, respectivamente). Os números totais

de indivíduos de *A. spinimanus* nos seus respectivos locais e estações do ano amostrados podem ser vistos de forma mais detalhada na Tabela 1.

Da espécie *A. cribrarius* foram coletados 936 indivíduos, dos quais foram 598 machos (104 jovens e 494 adultos) e 338 fêmeas (97 jovens e 241 adultas, das quais 58 estavam ovígeras). A maior abundância ocorreu na região de Caraguatatuba (719 indivíduos). Os pontos amostrais onde foram coletados os maiores números de indivíduos foram os 15 e 20 m de profundidade em Ubatuba (103 e 68 indivíduos, respectivamente) e nos 5m de Caraguatatuba (602 indivíduos). Os números totais de indivíduos de *A. cribrarius* nos seus respectivos locais e estações do ano amostrados podem ser vistos de forma mais detalhada na Tabela 2.

Considerando a distribuição espacial dos grupos demográficos de *A. spinimanus*, foi possível observar através da análise de correspondência (Figura 8) que em Ubatuba, os indivíduos jovens apresentaram relação com os pontos mais rasos (5 e 10m de profundidade) e os adultos com as profundidades maiores. Em Caraguatatuba os indivíduos jovens também apresentaram relação com pontos amostrais mais rasos do que os adulto, porém nesta região foi o do 15m.

Os grupos demográficos de *A. cribrarius* tiveram relação com os pontos amostrais dos 15 aos 25 m de profundidade em Ubatuba (figura 9). Em Caraguatatuba, juvenis e machos adultos desta espécie tiveram relação com o ponto de 5 m, fêmeas adultas com 10 e 15 m e as fêmeas ovígeras com áreas mais profundas, 20 e 25m.

Temporalmente foi possível observar que *A. spinimanus* tem picos de abundância no inverno de 2001 e nos outonos de 2002 e 2003, enquanto *A. cribrarius* tem picos no verão de 2002 e 2003 (Figura 10).

As variáveis que melhor explicaram as variações na abundância de *A. spinimanus* foram porcentagem de matéria orgânica no sedimento e *phi*. Com exceção

dos juvenis, os demais grupos demográficos apresentaram correlação negativa com estas variáveis ambientais (Tabela 3; Eixo 1). No eixo 2 da RDA, também foi possível destacar uma correlação positiva dos grupos demográficos (com exceção das fêmeas ovígeras) com a temperatura de fundo e porcentagem de matéria orgânica e negativa com a salinidade.

Para *A. cribrarius*, as variáveis ambientais que apresentaram correlação significativa com a variação da abundância dos grupos demográficos foram temperatura de fundo, porcentagem de matéria orgânica contida no sedimento e *phi*, ambas no eixo 1 (Tabela 4). Juvenis e machos adultos apresentaram correlação positiva com temperatura de fundo e porcentagem de matéria orgânica no sedimento, enquanto a relação oposta ocorreu com fêmeas adultas e fêmeas ovígeras. A abundância de juvenis e de machos adultos foi inversamente proporcional aos valores de *phi*, ou seja, quanto menor o tamanho médio do grão maior a abundância destes grupos demográficos.

DISCUSSÃO

Corroborando com a hipótese levantada de que haveriam diferenças nos padrões de distribuição espaço temporal entre estas duas espécies, foi possível observar que estas diferenças se dão principalmente com relação a variação da abundância em função dos fatores ambientais. No entanto também foi possível notar certas semelhanças entre as duas espécies de siris principalmente quanto a distribuição espacial dos grupos demográficos dentro de cada região amostrada. Embora as espécies estejam aparentemente segregadas espacialmente, com os indivíduos de *A. spinimanus* ocorrendo geralmente em profundidades maiores do que *A. cribrarius* em ambas as regiões, a relação batimétrica dos indivíduos jovens em relação aos adultos foi semelhante, com indivíduos jovens ocorrendo em locais mais rasos. Este parece ser um

padrão para portunídeos, visto que outros autores já o observaram (Pinheiro *et al.*, 1996; Carmona-Suárez e Conde, 2002; Andrade *et al.*, 2014). Esta peculiaridade pode estar relacionada ao comportamento copulatório dos portunídeos, no qual machos maiores pareiam com fêmeas menores (Pinheiro e Fransozo, 1999). Assim, o posicionamento dos machos adultos próximos às fêmeas jovens facilitaria o encontro dos parceiros reprodutivos logo após a muda puberal, uma vez que as fêmeas tendem a migrar para áreas mais profundas após atingirem a fase adulta.

Andrade *et al.* (2014) estudaram a ocupação diferencial do habitat como uma estratégia reprodutiva do siri *Callinectes ornatus* Ordway, 1968, cujos resultados indicaram que fêmeas com potencial reprodutivo foram mais abundantes em áreas mais profundas, enquanto as demais (não reprodutivas) ocorriam principalmente em áreas abrigadas da ação de ondas. Os resultados do presente estudo também reforçam a ideia de que, após a cópula, fêmeas adultas migram para regiões mais profundas e mais susceptíveis ao movimento de massas de água (Pinheiro *et al.*, 1996; Pinheiro e Pardal-Souza, 2016), proporcionando uma dispersão larval mais eficiente. Ainda, fêmeas ovígeras provavelmente selecionam áreas com sedimento mais heterogêneo como um terreno de desova no ambiente, possivelmente pelo fato de que esta mixórdia de frações granulométricas facilita oxigenação da massa de ovos (Pinheiro *et al.*, 1996).

A segregação espacial entre as duas espécies está refletida também temporalmente, uma vez que picos de abundância em estações do ano diferentes foram observados para as duas espécies estudadas. Ao longo do período amostrado, as maiores abundâncias de *A. spinimanus* aparecem na estação seguinte (outono) ao maior pico de *A. cribrarius* (registrado no verão). Tais resultados (associados ao que foi discutido no capítulo anterior desta tese) reforçam a ideia de que esta assincronia temporal pode ser um estratégia desenvolvida por *A. spinimanus* para evitar competição com outras

espécies de portunídeos, visto que além de *A. cribrarius*, outras espécies de siris tem seus picos de abundância no verão, como por exemplo *C. ornatus* (Lima *et al.*, 2014) e *Achelous spinicarpus* (Stimpson, 1871) (Mantelatto *et al.*, 1999b). Estas espécies são as mais abundantes no litoral norte paulista (Braga *et al.*, 2005), além disso, Pinheiro *et al.* (1997) verificaram que *C. ornatus* tem 48,53% de sobreposição de nicho com *A. spinimanus* na Enseada da fortaleza (também pertencente a região de Ubatuba), ou seja, estas espécies compartilham parte dos recursos e, portanto, pode haver competição entre elas.

O motivo que levou a tal segregação espaço temporal entre as duas espécies estudadas, provavelmente ocorreu devido a pressões seletivas diferentes ao longo do processo evolutivo, as quais selecionaram grupos com características morfológicas, fisiológicas e comportamentais que geram respostas diferentes em relação a variação dos fatores ambientais. No presente estudo isto fica evidente quando se analisou as variações da abundância em relação aos fatores ambientais analisados. *A. spinimanus* está claramente relacionado com sedimento heterogêneo, o que vem sendo comprovado por uma série de autores (Santos *et al.*, 1994; Bertini e Fransozo, 2004; Furlan *et al.*, 2013; Sousa *et al.*, 2018). De acordo com Bertini *et al.* (2004) isto pode ser explicado pela quantidade de micro-habitat que este tipo de sedimento proporciona, o que favorece o estabelecimento dos animais utilizados como presa por muitas espécies de siris.

O tamanho médio das partículas de sedimento em certa área reflete a hidrodinâmica local e a história geológica, que determinam a estratificação do sedimento. Como padrão, as partículas mais finas (silte e argila) se acumulam em áreas mais abrigadas, enquanto as partículas arenosas refletem um ambiente mais hidrodinâmico (Pires, 1992). De acordo com Andrade *et al.* (2014), isto pode explicar a

alta abundância de indivíduos juvenis em áreas rasas, onde a alta concentração de matéria orgânica e quantidade de silte e argila permitem uma maior disponibilidade de alimento para estes indivíduos.

É sabido que os portunídeos tem o hábito de se enterrar no sedimento (Bellwood, 2002), em especial *A. cribrarius*, cujo comportamento também está intimamente relacionado com atividades reprodutivas (Pinheiro e Fransozo, 1999), o que reforça a importância das características desta variável ambiental para estes crustáceos. Fundos de areia fina ou com frações granulométricas menores, com reduzido teor de matéria orgânica, que são característicos de regiões mais rasas, seriam mais vantajosos a estes animais se enterrarem (Carmona-Suárez e Conde, 2002). O inverso deve ocorrer nos locais com grãos maiores (consequentemente mais pesados), que limitam este comportamento, especialmente aos exemplares de menor porte, mas não aos maiores. Esta característica pode representar uma estratégia de segregação ontogenética de nicho, reduzindo a competição intraespecífica (neste caso, os espaços de forrageio) entre juvenis e adultos, fazendo com que indivíduos maiores ocupem nichos onde os menores poderiam ser desfavorecidos (Andrade *et al.*, 2014).

Guerra-Castro *et al.* (2007) também observaram que juvenis de *A. cribrarius* preferem áreas rasas, particularmente aquelas regiões com maior energia de ondas, em praias arenosas. Tais autores atribuíram este padrão de distribuição ao fato de que estas áreas representam um local de refúgio para os juvenis, especialmente quando não existem outras opções de abrigos (p. ex., banco de algas, “*seagrass*” ou materiais biodetríticos que fornecem proteção). Além disso, de acordo com Pinheiro *et al.* (1996), tais locais apresentam características ideais ao estabelecimento de uma fauna suspensívora, comumente utilizadas como presa por *A. cribrarius*.

Ao longo do processo evolutivo foram selecionadas características comportamentais, morfológicas e fisiológicas para *A. cribrarius*, que lhe permite habitar com maior eficácia locais com maior hidrodinâmica, como é o caso das zonas de arrebentação: uma densa cobertura de cerdas, principalmente nos maxilípedes e na região da entrada da cavidade branquial, impede a entrada de partículas de sedimento nas cavidades bucal e respiratória (Pearse *et al.*, 1942); e ainda, esta espécie possui uma grande superfície respiratória, o que lhes permitem sustentar atividades com alto gasto energético, como se enterrar e se movimentar em locais com alto hidrodinamismo (Gray, 1957).

A temperatura de fundo foi o fator ambiental que modulou, principalmente, às variações temporais na abundância de ambas as espécies. No caso da correlação negativa das fêmeas ovígeras de ambas as espécies com a temperatura, se deve ao fato destas migrarem para regiões mais profundas e, conseqüentemente, com baixas temperaturas, no momento da desova. No litoral norte paulista, as variações na temperatura e salinidade são causadas pelo movimento das massas d'água. Durante o final da primavera e ao longo do verão, a região de estudo está sob influência das baixas temperaturas da ACAS (água central do atlântico sul) em regiões mais fundas do que 20m, e da AC (águas costeiras) com temperaturas mais altas nas regiões mais rasas (Pires, 1992). A intrusão da ACAS afeta, normalmente de forma favorável, a abundância de muitas espécies de crustáceos decápodos (Braga *et al.*, 2007; Fransozo *et al.*, 2013; Andrade *et al.*, 2015; Gonçalves *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2017a, 2017b, 2018), o que ocorre devido ao enriquecimento de nutrientes causado por esta massa d'água, aumentando então a quantidade de alimento disponível para as larvas planctônicas destes animais (Castro-Filho *et al.*, 1987; Aidar *et al.*, 1993).

Conclui-se, então, que as espécies estudadas possuem semelhanças e diferenças em relação a distribuição espaço temporal e sua relação com os fatores ambientais. As semelhanças estão na distribuição batimétrica dos juvenis em relação aos adultos, com jovens em locais mais rasos em relação aos adultos, principalmente às fêmeas ovígeras, as quais migram para áreas mais profundas para a desova. As diferenças ficam por conta da distribuição espacial em função dos fatores ambientais. Enquanto *A. spinimanus* prefere regiões com sedimento heterogêneo, *A. cribrarius* habita regiões com sedimento mais fino, favorecido por suas adaptações que evitam que grãos menores atrapalhem suas atividades. Portanto, apesar de serem espécies filogeneticamente próximas (mesma superfamília), a ocupação do espaço e variações temporais na abundância são diferentes. Isto requer que os planos de manejo e conservação ambientais levem em consideração as particularidades de cada espécie dentro de um ambiente, e não apenas de um grupo taxonômico.

REFERÊNCIAS

- Aidar, E.; Gaeta, S.A.; Giancesella-Galvão, S.M.F.; Kutner, M.B.B.; Teixeira, C. 1993. Ecosistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. Publicação especial do Instituto Oceanográfico, 10: 9-43.
- Andrade, L.S.; Bertini, G.; Fransozo, V.; Teixeira, G.M.; Barros-Alves, S.P.; Fransozo, A. 2014 Differential occupation of habitat as a reproductive strategy of the blue crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (Crustacea: Decapoda). *Marine Biodiversity*, 44(1), 27–36.
- Andrade, L.S.; Fransozo, V.; Bertini, G.; Negreiros-Fransozo, M.L.; López-Greco, L.S. 2015. Reproductive Plasticity in the Speckled Crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) Associated with a Population Decline. *Journal of Coastal Research*, 31(3):645-652.
- Avila, M.G.; Branco, J.O. 1996 Aspectos bioecológicos de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck) (Decapoda, Portunidae) da Praia da Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 13(1): 165–174.
- Barros, C.E.; Corres, I.C.S.; Baitelli, R.; Elias, A.R.D. 1997. Aspectos sedimentares da enseada de Caraguatatuba, litoral do Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 69: 19-36.
- Bellwood, O. 2002 The occurrence, mechanics and significance of burying behavior in crabs (Crustacea: Brachyura). *Journal of Natural History*, 36(10): 1223–1238.
- Bertini, G., Fransozo, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyuran crab (Crustacea, Decapoda) communities on coastal soft bottom off southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series* 279:193–200.

- Bertini, G.; Fransozo, A.; Melo, G.A. 2004 Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from nonconsolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2185-2207.
- Bertini, G., Fransozo, A. Negreiros-Fransozo, M.L. 2010. Brachyuran soft-bottom assemblage from marine shallow waters in the southeastern Brazilian littoral. *Marine Biodiversity*, 40: 277-291.
- Braga, A.A.; Fransozo, A.; Bertini, G.; Fumis, P.B. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 5(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/en/abstract?article+BN002050220055>.
- Braga, A.A.; Fransozo, A.; Bertini, G.; Fumis, P.B. 2007. Bathymetric distribution and recruitment of the spider crab *Libinia spinosa* H. Milne Edwards 1834 in the Ubatuba and Caraguatatuba regions, northern coast of São Paulo, Brazil (Crustacea, Brachyura, Majoidea, Pisidae). *Senckenbergiana Biologica*, 87(1): 7-16.
- Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J. 2002. Ecologia trófica de *Portunus spinimanus* Latreille (Decapoda, Portunidae) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3): 723-729.
- Branco, J. O.; Verani, R. 1997. Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(4): 1003-1018.
- Brown, M.B.; Forsythe, A.B. 1974. The small sample behavior of some statistics which test the equality of several means. *Technometrics*, 16: 129-132.
- Carmona-Suárez, C.A.; Conde, J.E. 2002 Local distribution and abundance of swimming crabs (*Callinectes* spp. and *Arenaeus cribrarius*) on a tropical arid beach. *Fisheries Bulletin*, 100(1): 11–25.

- Castro-Filho, B.M.; Miranda, L.B.; Myao, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2): 135-151.
- De Léo, F.C.; Pires-Vanin, A.M.S. 2006 Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 60: 268–284.
- Doornik, J.A.; Hansen, H. 2008. An omnibus test for univariate and multivariate normality. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70: 927–939.
- Fransozo, V.; Silva, T.E.; Fumis, P.B.; Bertini, G.; Lima, P.A. 2013. Ecological distribution and population structure of *Acantholobulus schmitti* (Rathbun, 1930) (Crustacea, Decapoda, Xanthoidea) on the southeastern brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, 61(4):277-287.
- Furlan, M., Castilho, A.L.; Fernandes-Góes, L.C.; Fransozo, V.; Bertini, G.; Costa, R.C.; 2013. Effect of environmental factors on the abundance of decapod crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(4):1345–1356.
- Gonçalves, G.R.L.; Grabowski, R.C.; Bochini, G.L.; Costa, R.C.; Castilho, A.L. 2017. Ecology of the spider crab *Libinia ferreirae* (Brachyura: Majoidea): ontogenetic shifts in habitat use. *Hydrobiologia*, 795: 313-325.
- Gray, I.E. 1957. A comparative study of the gill area of crabs. *Biological Bulletin*, 112: 34-42.
- Guerra-Castro, E.; Carmona-Suárez, C.A. ; Conde, J.E. 2007 Activity patterns and zonation of the swimming crabs *Arenaeus cribrarius* and *Callinectes ornatus*. *Journal of Crustacean Biology*, 27(1): 49–58.

- Haefner, P.A., Jr. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. *Bulletin of Marine Sciences*, 46(2): 274-286.
- Hakanson, L.; Jansson, M. 1983. *Principles of Lake Sedimentology*. Springer-Verlag, Germany.
- Hieri, O., Lotter, A.F.; Lemcke, G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25: 101–110.
- Lima, P.A.; Andrade, L.S.; Alencar, C.E.R.D.; Pereira, R.T.; Teixeira, G.M.; Fransozo, A. 2014. Two species of swimming crabs of the genus *Achelous* (Crustacea, Brachyura): environmental requirements determining the niche. *Hydrobiologia*. 727: 197-207.
- Magliocca, A.; Kutner, A.S. 1965. Sedimentos de fundo da Enseada do Flamengo, Ubatuba, SP. *Contribuições do Instituto Oceanográfico*, 198: 1-15.
- Mahiques, M.M. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43: 111-122.
- Mantelatto, F.L.; Bernardo, C.H.; Silva, T.E.; Bernardes, V.P.; Cobo, V.J.; Fransozo, A. 2016. Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do Camarão-Sete-Barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2): 307-326.
- Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 1999a. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59: 23-31.
- Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 1999b. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 72(1): 63-76.

- Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1995 Distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada de Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo, 43(1): 51-61.
- Mardia, K.V. 1970. Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*, 57: 519-530.
- Mardia, K.V. 1980. Tests of univariate and multivariate normality. In: Krishnaiah, P.R. (ed), *Handbook of Statistics*, North Holland, p.279-320.
- Melo, G.A.S. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Plêiade/FAPESP, São Paulo, Brasil. 604pp. 1996.
- Motta, N.S.; Della-Fina, N.; Souza, C.C.A.; Rodrigues, E.S.; Amorim, A.F. 2016. Analysis of food habits of skate *Rioraja agassizii* (Elasmobranchii, Rajidae) from southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 76: 469-475.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A.; Pinheiro, M.A.A.; Mantelatto, F.L.M.; Santos, S. 1991. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, 21: 114-120.
- Nenadic, O.; Greenacre, M. 2007. Correspondence analysis in R, with two- and three-dimensional graphics: the ca package. *Journal of Statistical Software*, 20: 1-13.
- Oksanen, J.; Blanchet, F.G.; Kindt, R.; Legendre, P.; Minchin, P.R.; O'hara, R.B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Henry, M.; Stevens, H.; Wagner, H. 2013. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-7. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Pearse, A.S.; Humm, H.J.; Wharton, G.W. 1942 Ecology and sand beaches at Beaufort, N. C. *Ecological Monographs*, 12: 35-190.

- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A. 1999 Reproductive behavior of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) in captivity. *Bulletin of Marine Science*, 64(2): 243–253.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1996 Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56: 705–716.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1997. Dimensionamento e sobreposição de nichos dos portunídeos (Decapoda, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(2): 371-378.
- Pinheiro, M.A.A.; Pardal-Souza, A.L. 2016. Historical background of the population biology of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Crustacea: Portunidae) in the Ubatuba coast, southeast Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2): 419-429.
- Pires, A. M. S., 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, Southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 86: 63-76.
- Rakocinski, C.F.; Lyczkowski-Shultz, J.; Richardson, S.L. 1996. Ichthyoplankton assemblage structure in Mississippi Sound as revealed by canonical correspondence analysis. *Estuary Coastal Shelf Sciences*, 43: 237-257.
- Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Atlântica* 16: 125–141.
- Shapiro, S.S.; Wilk, M.B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 54: 591-611.

- Silva, T.E.; Andrade, L.S.; Fransozo, V.; Freire, F.A.M.; Fransozo, A. 2018. Population parameters and distribution of *Arenaeus cribrarius* (Crustacea, Portunoidea), in southeastern brazilian coast. *Boletim do Instituto de Pesca*, 44(1): 1-9.
- Silva, T.E.; Frameschi, I.F.; Almeida, A.C.; Fransozo, V.; Bertini, G.; Taddei, F.G. 2017b. Ecological distribution and population features of *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Crustacea: Decapoda: Xanthoidea) caught by bottom trawling in the southeastern coast of Brazil: implications for its population structure. *Nauplius*, 25: e2017010.
- Silva, T.E.; Fransozo, V.; Taddei, F.G.; Costa, R.C.; Almeida, A.C.; Fransozo, A. 2017a. Reproductive analyses of the swimming crab *Achelous spinicarpus* (Stimpson, 1871) (Crustacea: Decapoda: Portunoidea) on the northern coast of São Paulo, Brazil. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 56(1): 133-140.
- Sousa, A.N.; Bertini, G.; Taddei, F.G.; Costa, R.C.; Silva, T.E.; Fransozo, A. 2018. Modulating factors of the abundance and distribution of *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) (Decapoda, Portunoidea), a fishery resource, in Southeastern Brazil. *Peer J*, 6: e5720.
- Strobl, C.; Boulesteix, A.L.; Zeileis, A.; Hothorn, T. 2007. Bias in Random Forest Variable Importance Measures: Illustrations, Sources and a Solution. *BMCBioinformatics*, 8(25). Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/8/25>.
- Strobl, C.; Boulesteix, A.L.; Kneib, T.; Augustin, T.; Zeileis, A. 2008. Conditional Variable Importance for Random Forests. *BMCBioinformatics*, 9(307). Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/9/307>.
- Tucker, M., 1988. *Techniques in Sedimentology*. Blackwell Scientific Publications, Boston.

Viana, A.F.; Vianna, M. 2014. The feeding habits of the eyespot skate *Atlantoraja cyclophora* (Elasmobranchii: Rajiformes) in southeastern Brazil. *Zoologia*, 31: 119–125.

Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377–392.

Zar, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. 1st ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall.

TABLES

Table 1. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819). Total number of individuals of each demographic group by sampling point and season of the year.

Demographic group		Ubatuba							Caraguatatuba							Total	
		5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m		
Winter 2001	JM				2			3			1					6	
	AM				19	14	10	6					15	8		72	
	JF			2	1			1					1	1		6	
	AF				17	19	8	4				1	2	20	9	80	
	OF				30	20	9	4					2	47	33	145	
Spring 2001	JM	12	3													15	
	AM		2			1	2	1							4	10	
	JF	2	6		1	1										10	
	AF		5		1		1	1	1				1		1	11	
	OF		1	1	3		1	2								8	
Summer 2002	JM	1	2	1				1			2	3	2	2	1	15	
	AM	13	2		10	4	5					3	2	10	9	58	
	JF	7	1		3	1					1	1	4	2	4	24	
	AF	3	4		90	24	1						2	2	9	2	137
	OF				15	6	1						5	5	19	8	59
Autumn 2002	JM			1	5	2	1				1		2		1	13	
	AM				21	17	7	2			3	5	7	3	55	120	
	JF			1	6	4									3	14	
	AF			1	48	26	7	2			4	29	16	5	17	155	
	OF				28	11	8	5			1	2	32	2	24	113	
Winter 2002	JM											1			2	3	
	AM				17	12	2	4						4	19	58	
	JF														3	3	
	AF			3	15	16	5	5			1		1	3	17	66	
	OF			2	19	28	4	2			2		1	5	22	85	
Spring 2002	JM															0	
	AM			2	7	3		3			1	1	5			22	
	JF				1			1								2	
	AF		1	1	12	2		2			2		3		1	24	
	OF			10	12	6		12			2	2	6	1		51	
Summer 2003	JM		1	1	1						1	1				5	
	AM			1	6		4	2			4	4		7	4	32	
	JF			1		1					1	2	2	2		9	
	AF			3	11		2				1	3	1	5	2	28	
	OF	1			10	2					1	2	2	3	1	22	
Autumn 2003	JM	1			2	2						1	1	1	3	11	
	AM			1	5	2	5	3					13		23	52	
	JF				2							4	1	2	8	17	
	AF	2			10	3	3	2					13	5	14	52	
	OF	2		3	10		3						2	5	15	40	
Total		44	28	35	439	228	90	67	1	0	29	71	130	178	313	1653	

JM = juvenile males, AM = adult males, JF = juvenile females, AF = adult (non ovigerous) females, OF = ovigerous females.

Table 2. *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Total number of individuals of each demographic group by sampling point and season of the year.

	Demographic group	Ubatuba							Caraguatatuba							Total
		5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	
Winter 2001	JM			1	3	2			4	1						11
	AM			7	14	6			13	9	2	1				52
	JF			3	4				4	4						15
	AF			9	6	3			3	1	2		2			26
	OF			1		1										2
Spring 2001	JM								27							27
	AM			1	1				41	1						44
	JF		1						16							17
	AF			1	1				26	1	1					30
	OF								4							4
Summer 2002	JM								14							14
	AM			16	12				229	4	2					263
	JF								17							17
	AF			6					9	1						16
	OF								8							8
Autumn 2002	JM				1											1
	AM			5	6	4			7	3	4	1	5	1		36
	JF			1	1											2
	AF	1		13	1	5						1	1	3		25
	OF				1	1						3	5			10
Winter 2002	JM			1					6							7
	AM		1	1		1	8		19		1		3			34
	JF								7							7
	AF			15		3			3			1	4			26
	OF												1			1
Spring 2002	JM								7	1						8
	AM		1	3	1				18	1		1	1			26
	JF								5							5
	AF			7					3			2				12
	OF			1					1		1		1			4
Summer 2003	JM			1					19							20
	AM			2		1			9	2		2				16
	JF								25							25
	AF								11	5	1					17
	OF								23	1		2				26
Autumn 2003	JM			1					15							16
	AM			4	8	1			3	2	1	2	1		1	23
	JF			1					6			1			1	9
	AF			2	6	2	4			2	1	2	3	4	5	31
	OF				2							1				3
Total		1	3	103	68	30	12	0	602	39	16	20	27	8	7	936

JM = juvenile males, AM = adult males, JF = juvenile females, AF = adult (non ovigerous) females, OF = ovigerous females.

Table 3 *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819). Summary results of redundancy analysis (RDA) for abundance of individuals (males and females) and environmental factors.

	RDA 1	RDA 2
Eigenvalue	0.017	0.002
% of Variance	84.6	13.
Environmental Factors		
Bottom Temperature	0.00	0.69
Bottom Salinity	-0.19	-0.45
% of Organic Matter	-0.74	0.62
Phi	-0.90	-0.03
Abundance of Individuals		
Juveniles	-0.28	0.11
Adult females	0.23	0.08
Ovigerous females	0,08	-0.17
Adult males	0.43	0.06

Bold values denote variables that were considered for the biological meaning of that RDA axis (i.e., > 0.4 and <-0.4) Rakocinski et al. (1996).

Table 4 *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Summary results of redundancy analysis (RDA) for abundance of individuals (males and females) and environmental factors.

	RDA 1	RDA 2
Eigenvalue	0.005	0.002
% of Variance	68.5	24.9
Environmental Factors		
Bottom Temperature	-0.52	-0.07
Bottom Salinity	-0.25	-0.69
% of Organic Matter	-0.59	-0.19
Phi	0.54	-0.70
Abundance of Individuals		
Juveniles	-0.16	0.13
Adult females	0.06	0.09
Ovigerous females	0,02	-0.02
Adult males	-0.24	-0.06

Bold values denote variables that were considered for the biological meaning of that RDA axis (i.e., > 0.4 and <-0.4) Rakocinski et al. (1996).

FIGURES

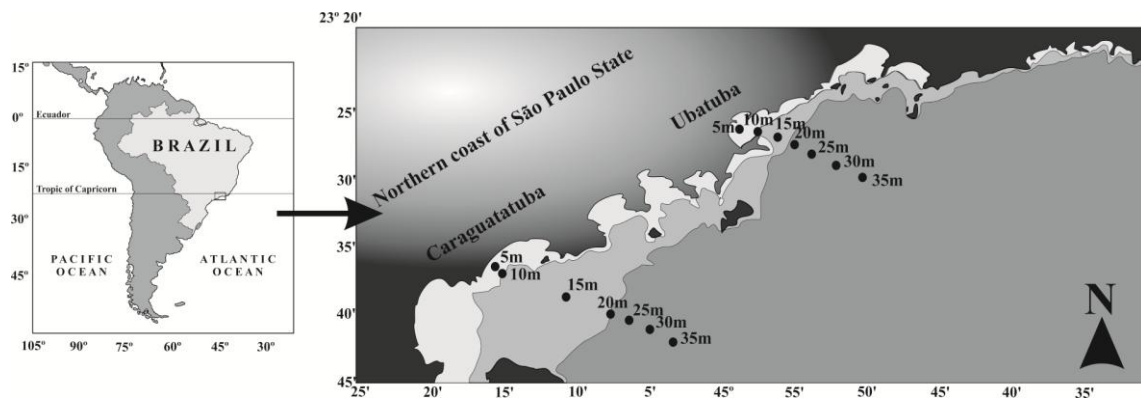


Figure 1. Map of the studied region.

Ubatuba

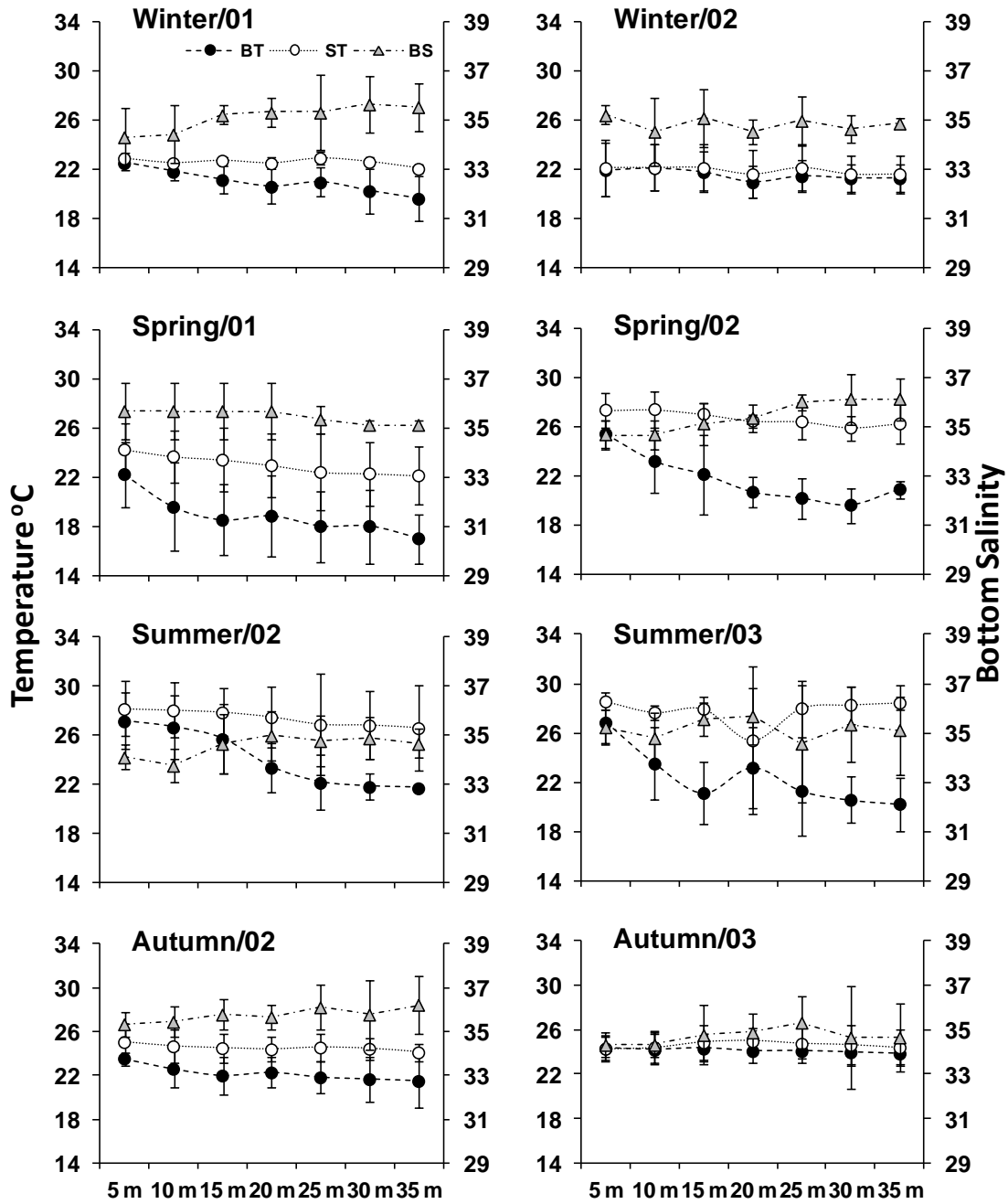


Figure 2. Variation in the mean values (\pm standard deviation) of bottom (BT) and surface (ST) temperature and bottom salinity (BS), according to depths and seasons in the Ubatuba region, from July 2001 to June 2003.

Caraguatatuba

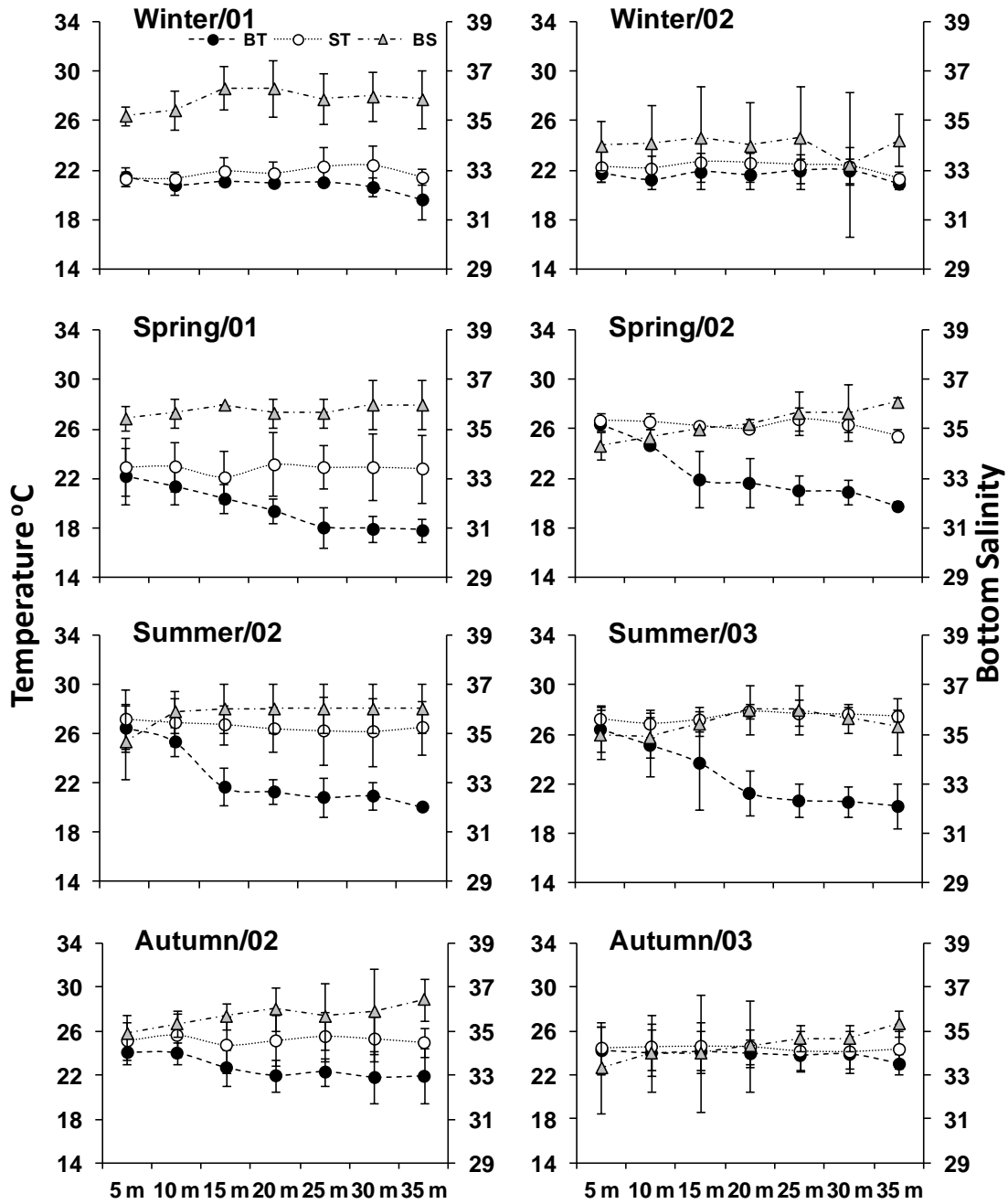


Figure 3. Variation in the mean values (\pm standard deviation) of bottom (BT) and surface (ST) temperature and bottom salinity (BS), according to depths and seasons in the Caraguatatuba region, from July 2001 to June 2003.

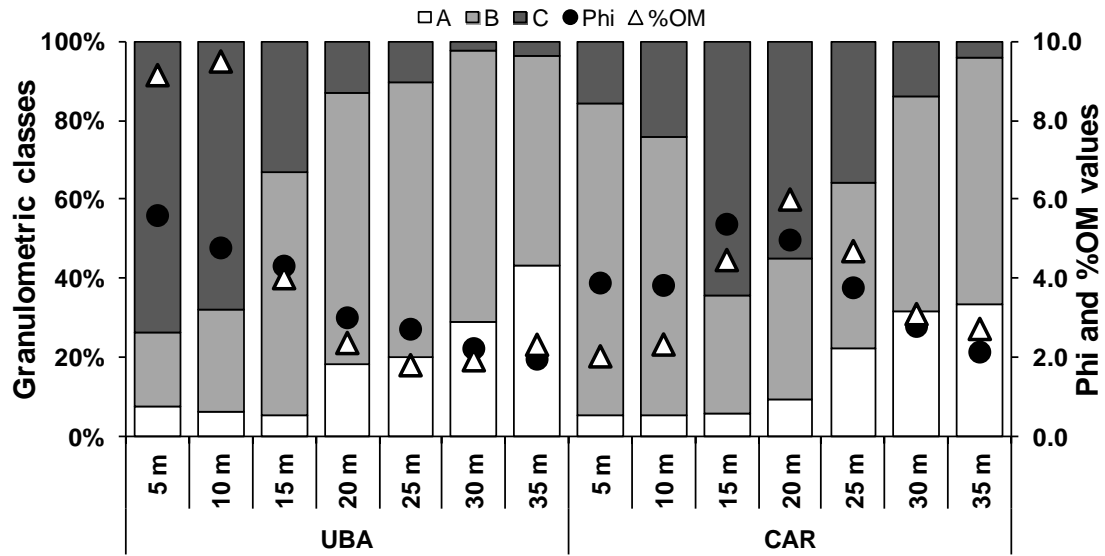


Figure 4. Percentage of granulometric classes, mean value of the percentage of organic matter content in the sediment (%OM) and *phi* at the sampling depths in the Ubatuba (UBA) and Caraguatatuba (CAR) regions, from July 2001 to June 2003. A = A class, B = B class, C = C class (see details in the Material and Methods).

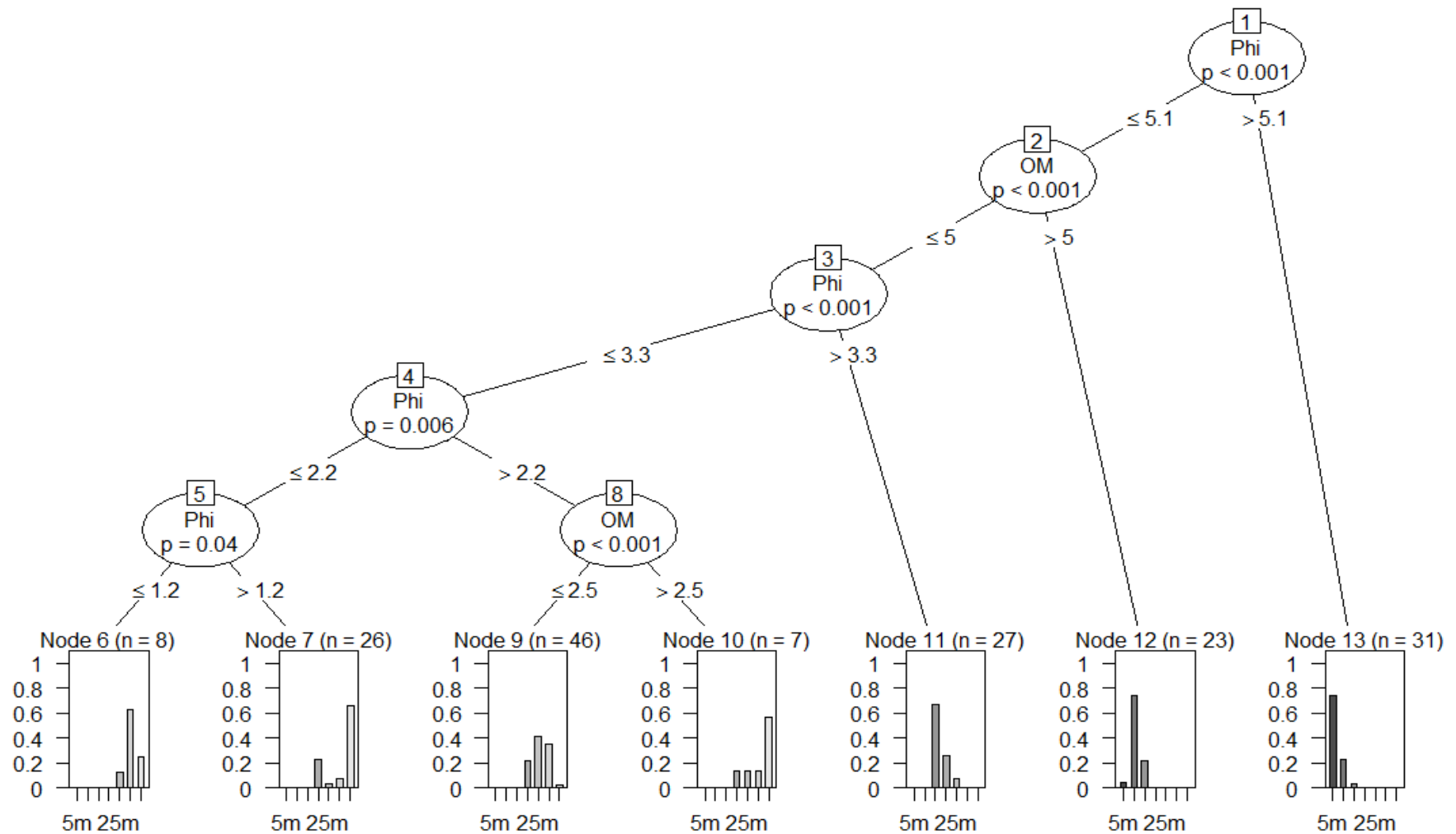


Figure 5. Classification tree for the characterization of the sampling points (from 5 to 35 m) of the Ubatuba region by environmental factors.

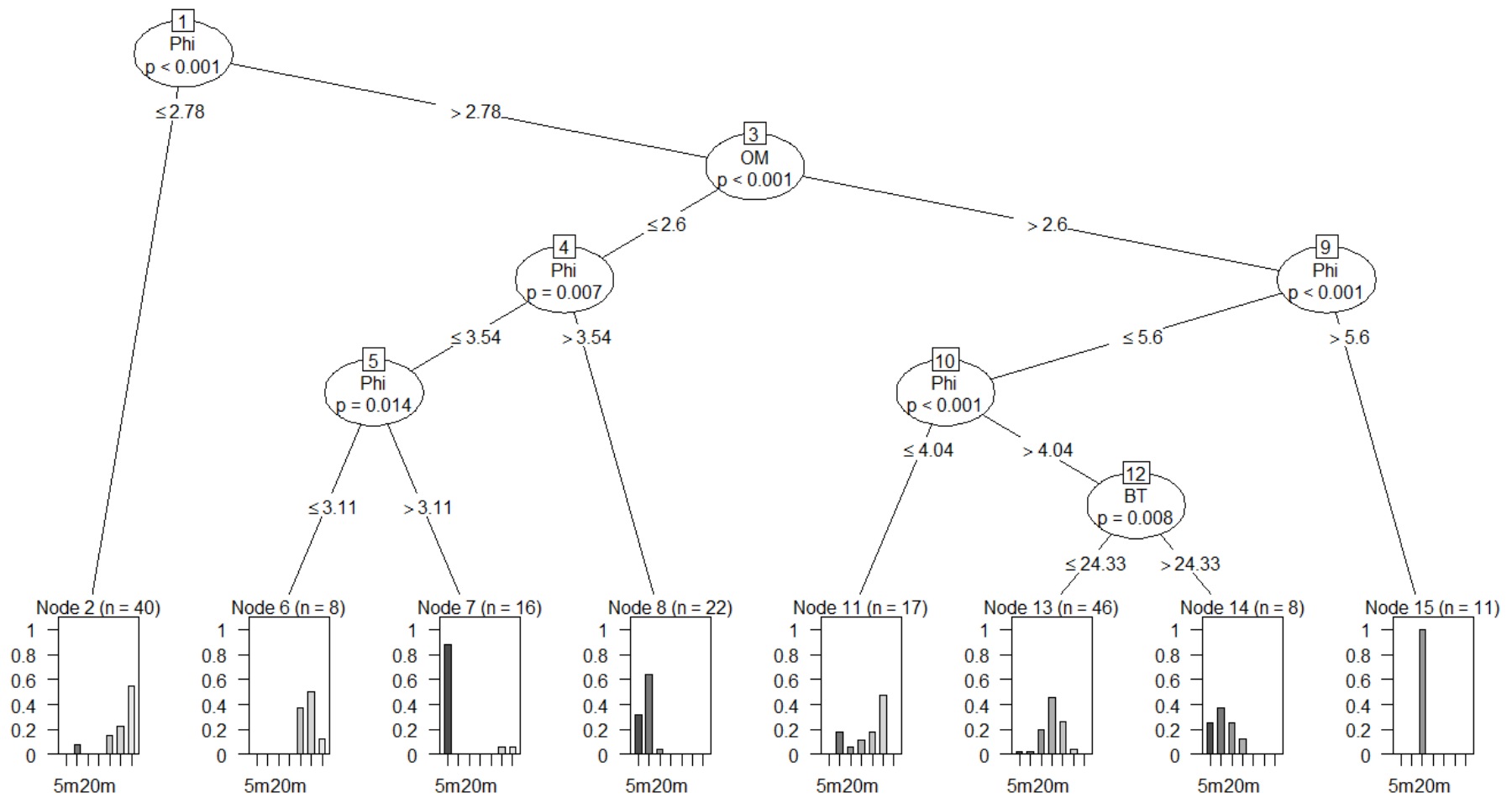


Figure 6. Classification tree for the characterization of the sampling points (from 5 to 35 m) of the Caraguatatuba region by environmental factors.

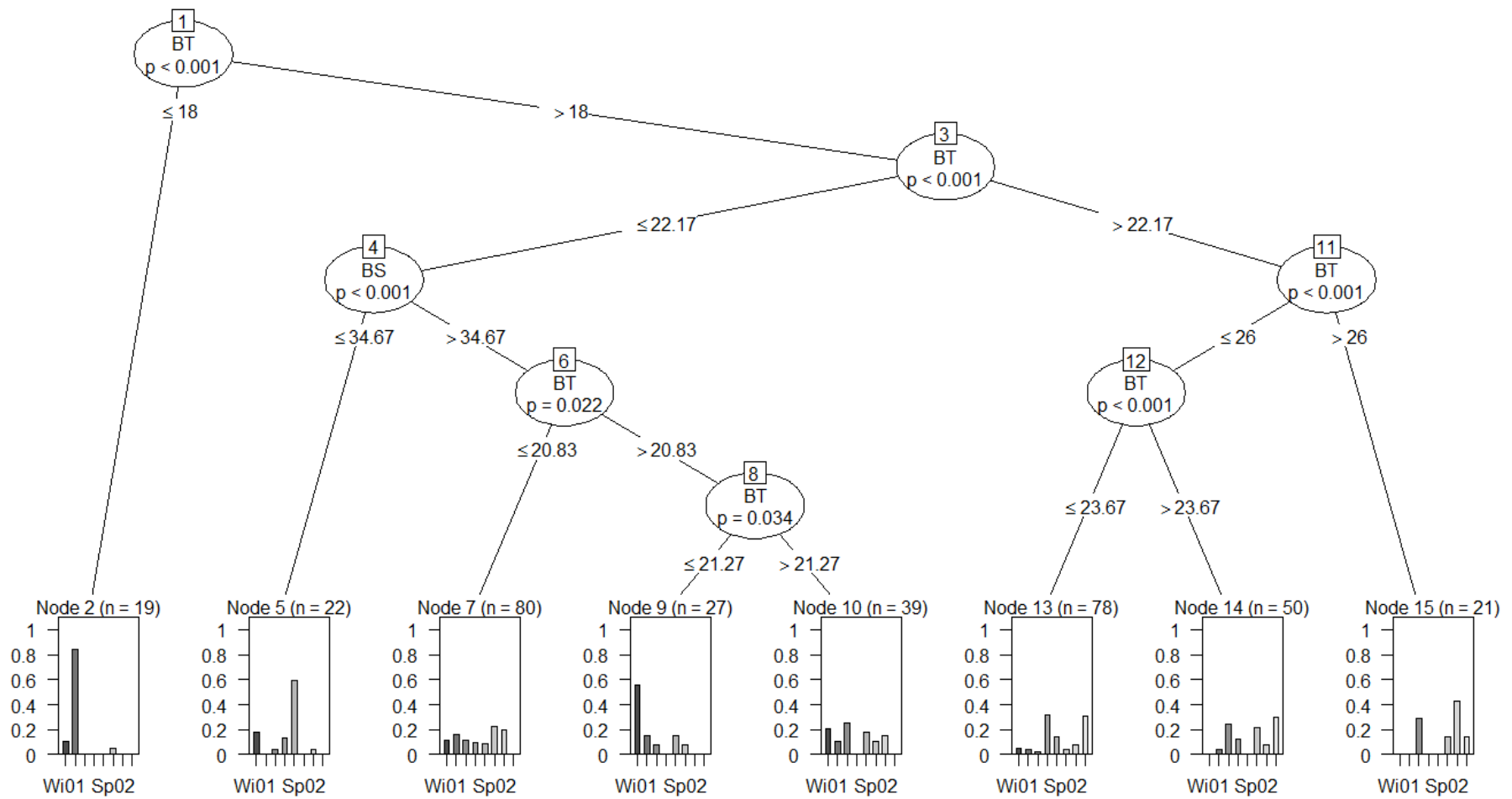


Figure 7. Classification tree for the characterization of the seasons (from Winter 2001 to Autumn 2003) of the Ubatuba and Caraguatatuba regions by environmental factors.

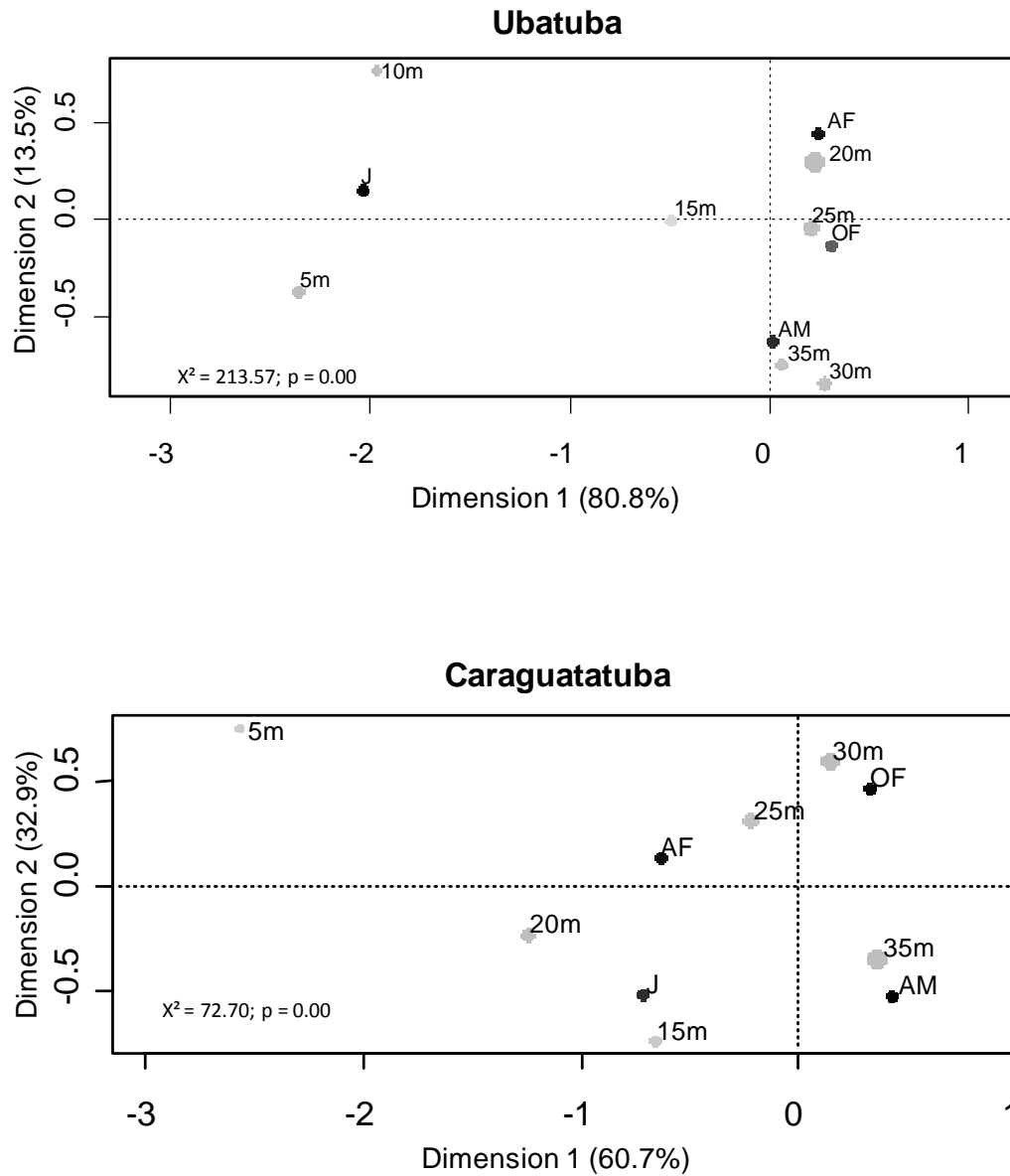


Figure 8. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819). Correspondence analysis of the abundance of the demographic groups (J = juveniles, AM = adult males, AF = adult females, OF = ovigerous females) by sampling point in the two studied regions.

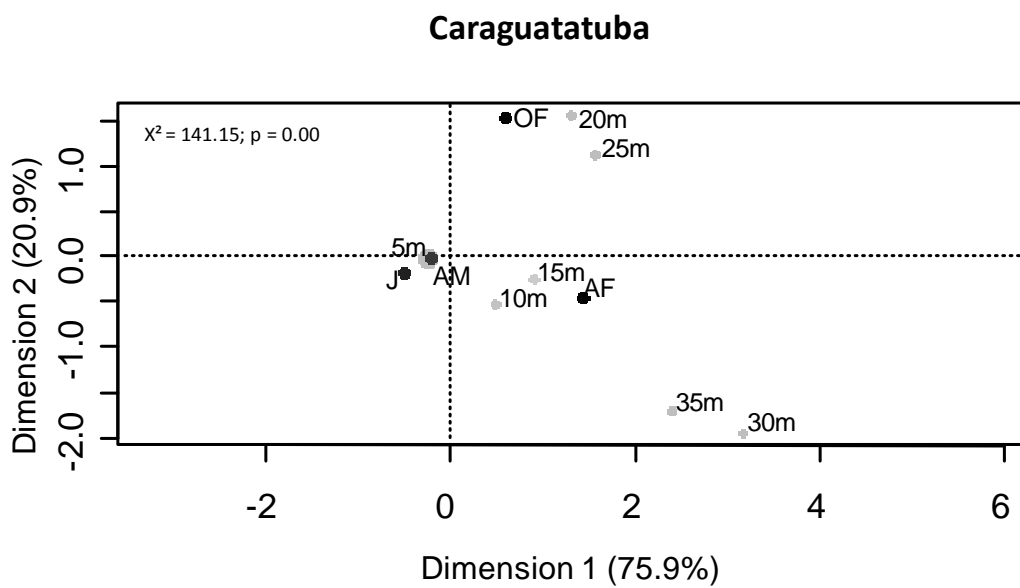
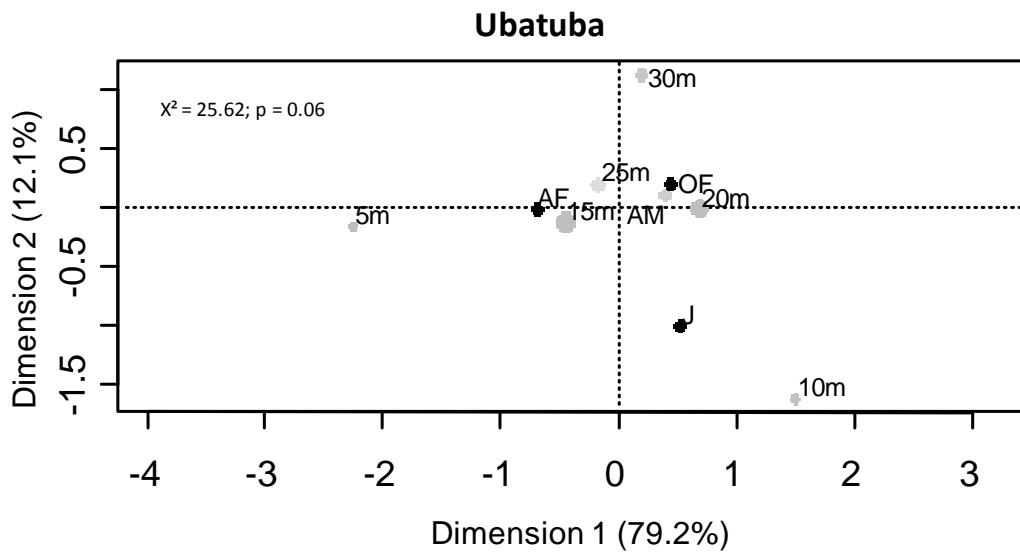
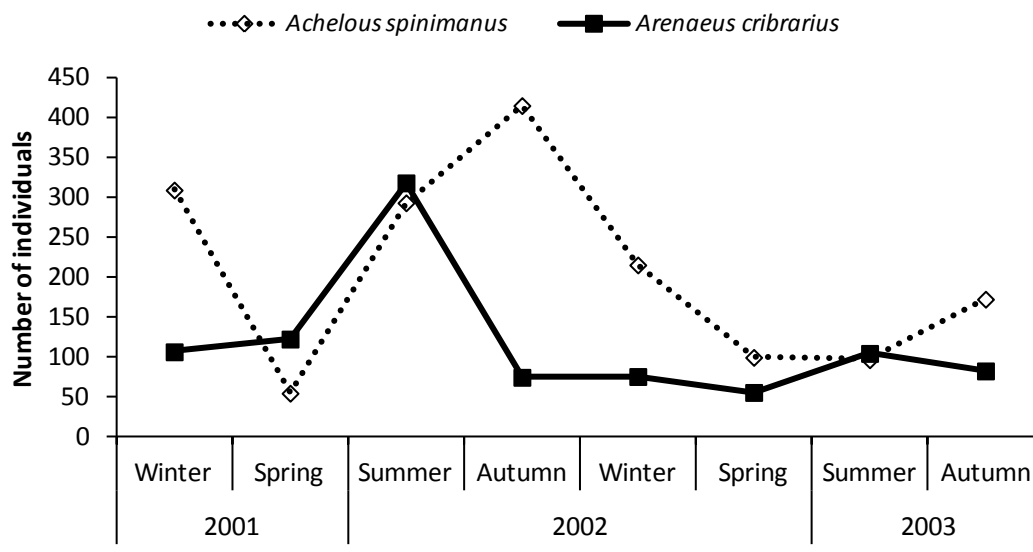


Figure 9. *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Correspondence analysis of the abundance of the demographic groups (J = juveniles, AM = adult males, AF = adult females, OF = ovigerous females) by sampling point in the two studied regions.



Figure

10. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) and *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818).
 Abundance of individuals in each sampled season of the year from Ubatuba and Caraguatatuba regions.

CAPÍTULO 3

COMPARAÇÃO DA ESTRUTURA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE SIRIS (CRUSTACEA: DECAPODA: PORTUNOIDEA) NO SUDESTE BRASILEIRO

COMPARAÇÃO DA ESTRUTURA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE SIRIS (CRUSTACEA: DECAPODA: PORTUNOIDEA) NO SUDESTE BRASILEIRO

RESUMO

Devido a grande produtividade o litoral norte paulista é explorado pela pesca camaroeira, no entanto esta atividade afeta uma série de outras espécies. Algumas delas são aproveitadas e vendidas nas bancas de mercado, como é o caso dos siris *Achelous spinimanus* e *Arenaeus cribrarius*. O objetivo deste trabalho foi analisar a estrutura populacional destas duas espécies. Foram efetuadas coletas mensais durante dois anos nas regiões de Ubatuba e Caraguatatuba, para isso foi utilizado um barco de pesca equipado com redes de arrasto. Foi constatado que a amostra de *A. spinimanus* tem boa parte composta por fêmeas ovígeras enquanto *A. cribrarius* possui maior porcentagem de juvenis. Isto significa que as espécies estudadas priorizam atividades diferentes na área amostrada. Apenas machos de *A. cribrarius* apresentaram tamanhos significativamente maiores do que as fêmeas, o que é um padrão comum para Brachyura. A distribuição de frequência em classes de tamanho composta por várias modas sugere a presença de vários grupos etários ocorrendo na região, porém nota-se que machos apresentam mais modas, o que pode ser reflexo de uma taxa de crescimento mais acentuado. Com este trabalho ficou evidente que dentro de uma mesma região, espécies filogeneticamente próximas podem ter padrões de estrutura populacional diferentes, e devem ser considerados ao se elaborar estratégias de conservação e manejo ambiental.

Palavras chave: Brachyura, Portunoidea, razão sexual, recurso pesqueiro, siri candeia, siri chita.

INTRODUÇÃO

A costa sudeste do Brasil, mais especificamente o litoral norte do estado de São Paulo, se destaca pela grande biodiversidade. Um dos motivos que favorece o estabelecimento biótico é o fato de esta região ser considerada como uma região de transição faunística (próxima ao Trópico de Capricórnio) e receber influência de três massas d'água diferentes (Sumida e Pires-Vanin, 1997). Além disso, a proximidade com a “Serra do Mar” faz com esta região possua um relevo irregular e uma borda bem recortada (Mahiques, 1995), o que leva a formação de várias baías e enseadas e, conseqüentemente, micro-habitat propícios ao estabelecimento da comunidade marinha (Negreiros-Fransozo *et al.*, 1991). Isto desperta interesse para exploração dos recursos pesqueiros, a qual vem sendo realizada através da pesca camaroeira (Severino-Rodrigues *et al.*, 2002; Mantelatto *et al.*, 2016).

A pesca de arrasto é uma atividade que merece atenção pela capacidade de gerar impacto ambiental, pois, além das espécies-alvo, são capturadas várias outras espécies, (fauna acompanhante) cujos indivíduos são descartados mortos ou debilitados quando não apresentam valor comercial (Broadhurst e Kennelly, 1996; Hall, 1999; Severino-Rodrigues *et al.*, 2002; Mantelatto *et al.*, 2016). Além do impacto causado pela captura dos animais, as redes de arrasto revolvem o substrato causando distúrbios físicos (Kaiser *et al.*, 2002) e, portanto, é considerada como uma atividade desestabilizadora de comunidades bentônicas (Branco e Fracasso, 2004).

Entre as comunidades afetadas, uma das mais representativas é a dos crustáceos decápodos, pois são muito representativos em termos de abundância, riqueza e diversidade de espécies (Pires, 1992; Severino-Rodrigues *et al.*, 2002; Mantelatto *et al.*, 2016). Algumas espécies, ainda, possuem importante papel na teia trófica, como é o caso dos membros da Super Família Portunoidea (Infraordem Brachyura), conhecidos popularmente como “siris”, pois atuam como predadores de vários grupos de invertebrados e vertebrados (Branco e

Verani, 1997; Branco e Lunardon-Branco, 2002) e servem de presas para algumas espécies de peixes (Viana e Vianna, 2014; Motta *et al.*, 2016).

Além do papel ecológico, os portunóideos são abundantes em ambientes de substrato arenoso do infra litoral da costa sudeste brasileira (Bertini *et al.*, 2004; Braga *et al.*, 2005) e, portanto, estão sujeitos ao impacto ambiental causado pela pesca. Neste sentido, estudos que trazem informações a respeito da estrutura populacional destas espécies são necessários. Tais informações ajudam a compreender o estado de conservação atual e fornecem ferramentas para elaboração de projetos de manejo e conservação ambiental, uma vez que algumas espécies de portunóideos também apresentam valor comercial, como é o caso das espécies *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) e *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818).

A espécie *A. spinimanus*, é conhecida popularmente como “siri candeia” e está distribuída no Atlântico Oeste, desde o estado de Nova Jersey, nos Estados Unidos, até o Rio Grande do Sul, no Brasil, podendo ocorrer até cerca de 90m de profundidade (Melo, 1996). Já o siri *A. cribrarius*, conhecido popularmente como “siri-chita” tem uma distribuição latitudinal mais ampla, ocorrendo desde o estado de Massachusetts, nos Estados Unidos, até La Paloma, Uruguai (Melo, 1996). Mesmo habitando uma mesma região, é sabido que estas espécies possuem preferências ambientais distintas (Santos *et al.*, 1994; Pinheiro *et al.*, 1996; Silva *et al.*, 2018; Sousa *et al.*, 2018) e podem, então, terem seus padrões de estrutura populacional afetados de maneiras diferentes. Embora já existam trabalhos que dão foco a estrutura populacional desta e de outras espécies de portunóideos [Santos *et al.*, 1995, Branco *et al.*, 2002, Ripoli *et al.* 2007; Andrade *et al.*, 2017 e Sousa *et al.*, 2018 para *A. spinimanus*; Avila e Branco 1996; Andrade *et al.*, 2015; Pinheiro e Pardal-Souza, 2016 e Silva *et al.*, 2018 para *A. cribrarius*; Mantelatto e Garcia 2001 para *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867); Branco e Fracasso, 2004b para *Callinectes ornatus*; Pereira *et al.*, 2009 para *Callinectes danae* Smith, 1869 e *Callinectes sapidus* Rathbun, 1986; Silva *et al.*, 2017 para

Achelous spinicarpus (Stimpson, 1871)] ainda não existem trabalhos que comparam espécies com características de distribuição ecológicas distintas em uma ampla área amostral.

A fim de comparar os padrões de estrutura populacional de duas espécies de portunóideos com características ecológicas distintas, este estudo analisou aspectos da composição demográfica, razão sexual e distribuição de frequência em classes de tamanho dos siris *A. spinimanus* e *A. cribrarius*, em duas regiões com características fisiográficas diferentes no sudeste brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Study area

The sampled localities had different hydro-geographic characteristics. The Ubatuba littoral area (23° 26 'S, 45° 02' W) presents a diverse combination of environmental variables, such as the texture and amount of organic matter available in the sediment and the water temperature and salinity and its bottom is considered a mosaic of sediment (Mantelatto and Fransozo, 1999). In contrast, these environmental factors in the Caraguatatuba littoral area (23 ° 51'S, 45 ° 26'W) are homogenous, because it is sheltered from the direct action of waves and winds by “São Sebastião” Island, showing a bottom topography with slight variations (Barros *et al.*, 1997).

Three water masses influence the studied region, which, compared to each other, have idiosyncratic characteristics and distinct distributions throughout the year (Pires, 1992): Coastal Water (temperature > 20 °C and salinity < 36), Tropical Water (temperature > 20 °C and salinity > 36), and South Atlantic Central Water (temperature < 18 °C and salinity < 36) (Castro-Filho *et al.*, 1987).

When the data of this study were collected, there was no legislation or normative instruction regarding the conservation or utilization of the natural resources of this region.

However, it is currently part of an Marine Protected Area (Marine Environmental Protection Area of the North Coast: Sector Cunhambebe), since October 2008 (proclamation number: 53,525, by the Ministry of the Environment). This MPA was established with the aim of prioritizing conservation, such as the sustainable use of the region's natural marine resources. Artisanal shrimp fishing of commercial interest is allowed and carried out in and out of the bays throughout the year, with interruption only in the closed period, from March 1st to May 31st (IBAMA Normative Instruction #189/2009), which was stipulated in order to avoid that this activity interferes in the reproductive activities of some species of commercially exploited shrimp. Scientific collections are allowed only with an authorization of the IBAMA.

Data collection

During two years monthly samplings were carried out from July 2001 to June 2003 in the Ubatuba and Caraguatatuba regions of the northern coast of the State of São Paulo. In each locality, the sampling was accomplished by a shrimp fishing boat equipped with double-rig trawls that sampled seven depths, as follows: 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 m (Figure 1). The net opening was approximately 4.5 m, and the distances between nodes in the main net body and in the terminal cod were 20 and 15 mm, respectively. Each trawl lasted 30 minutes, covering an area of 18,000 m².

Both species of swimming crabs were identified according to Melo (1996) and particularly *A. spinimanus* in its previous nomenclature, as *Portunus spinimanus*. The sex of each specimen was determined by observing the abdominal morphology (triangular, males; rounded, females) and pleopod number (2 pairs, males; 4 pairs, females). After that, individuals were classified into demographic groups according to Haefner (1990), with juveniles (immature) and adults (mature) differentiated by the adherence of the abdomen to the thoracic sternites (adhered in juveniles and non-adhered in adults), as follows: juvenile

males, adult males, juvenile females, adult females and ovigerous females. Each swimming crab was measured using a caliper (0.01 mm) at their maximum carapace width (CW), excluding the lateral spine.

Data analysis

The sex-ratio of the total individuals in each area was compared by the binomial test (Wilson and Hardy, 2002) to verify possible deviations from the 1:1 ratio. The population structure was evaluated based on the distribution of individuals in size classes with a range of 8 mm for *A. spinimanus* (Sousa et al., *in press*) and 5 mm for *A. cribrarius* (Pinheiro e Pardal-Souza, 2016) and verification of the modal peaks.

The data were tested for normality (Shapiro Wilk test) and homoscedasticity (Levene test). Size (CW) of the adults was compared between sexes for each species by Student's *t* test.

In all analyzes, the level of significance was $\alpha = 0.05$ (Zar, 2010). Peakfit software version 4.12 (Sea Solve Software Inc., 1999 - 2003) was used to verify the existence of the modal peaks of the size class distribution.

RESULTADOS

No total foram coletados 1653 indivíduos da espécie *A. spinimanus*, dos quais foram 153 juvenis (68 machos e 85 fêmeas) e 1500 adultos (424 machos e 1076 fêmeas, das quais 523 estavam ovígeras). Os juvenis representaram 9,2% da amostra enquanto as fêmeas ovígeras representaram 31,6%. Da espécie *A. cribrarius* foram coletados 936 indivíduos, dos quais foram 201 juvenis (104 machos e 97 fêmeas) representando 21,4% da amostra e 735 adultos (494 machos e 241 fêmeas, das quais 58 estavam ovígeras). As fêmeas ovígeras representaram 6,1% da amostra.

O tamanho médio dos indivíduos de *A. spinimanus* foi de $62,5 \pm 15,6$ mm, variando de 14,5 (fêmea joven) a 94,5mm (macho adulto). Já *A. cribrarius* apresentou tamanhos maiores ($73,8 \pm 21,9$ mm) variando de 22,8 a 101,3mm. Os valores de tamanho para cada grupo demográfico de ambas as espécies podem ser vistos na tabela 1. Não houve diferença significativa entre os tamanhos de machos e fêmeas adultas de *A. spinimanus* (Mann-Whitney, $p > 0,05$), porém, machos adultos de *A. cribrarius* apresentaram tamanho significativamente maior (Mann-Whitney, $p < 0,05$)

A distribuição de frequência em classes de tamanho apresentou padrão polimodal para machos (picos modais: 20,0, 34,4, 60,7 e 75,9mm) e bimodal (picos modais: 27,3 e 71,0mm) para fêmeas de *A. spinimanus* (Figura 2). Para *A. cribrarius* a distribuição foi polimodal para ambos os sexos, com 5 picos para machos (41,4, 57,6, 69,0, 85,2 e 98,4) e 4 para fêmeas (42,5, 52,5, 68,4 e 81,4) (Figura 3).

A razão sexual de *A. spinimanus* foi significativamente a favor das fêmeas (proporção de machos = 0,29; teste binomial; $p < 0,05$) e este resultado se manteve em todas as classes de tamanho dos 48 aos 88 mm de largura da carapaça (Tabela 2). O contrário foi observado para *A. cribrarius*, com a proporção de machos de 0,63 (teste binomial; $p < 0,05$), esta proporção a favor dos machos ficou mais evidente nas classes de maior tamanho de LC (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Conforme esperado, os aspectos da estrutura populacional das duas espécies estudadas apresentaram algumas diferenças. Ao observar que ambas as espécies apresentam todos os grupos demográficos nas regiões amostradas, pode-se afirmar que elas estão bem estabelecidas no litoral norte paulista. No entanto, é importante ressaltar que a proporção de jovens e de fêmeas ovígeras em relação à amostra total foi diferente entre as duas espécies. A porcentagem de fêmeas ovígeras maior do que a de jovens observada para *A. spinimanus*

sugere que os locais amostrados representem um importante local de reprodução da espécie, podendo o recrutamento ocorrer com maior intensidade em locais não amostrados neste estudo. O contrário foi observado para *A. cribrarius*, para o qual a porcentagem de jovens foi maior do que a de fêmeas ovígeras, o que nos permite supor que a região seja um local mais propício para o recrutamento do que para a desova, uma vez que as fêmeas ovígeras desta espécie migram para áreas mais propícias para a incubação e liberação das larvas (Pinheiro *et al.*, 1996).

A ausência de diferença entre os tamanhos médios de machos e fêmeas revela que para *A. spinimanus* o tamanho não pode ser considerado uma diferença característica de cada sexo, no entanto esta pode variar dependendo do local, uma vez que Andrade *et al.*, 2017 relataram resultados similares aos do presente estudo, em uma região de ressurgência do sudeste brasileiro, e Ripoli *et al.* (2007) observaram machos significativamente maiores do que as fêmeas na Ilha do Frade (Vitória – ES). Outros estudos realizados para uma espécie congênera (*A. spinicarpus*), também demonstram que machos e fêmeas apresentam tamanhos sem diferenças significativas (Sanvicente-Añorve *et al.*, 2008 no Golfo do México e Silva *et al.*, 2017 na mesma região do presente estudo), portanto, esta pode ser uma característica comum dentro do gênero *Achelous*.

Para *A. cribrarius*, um resultado contrário foi observado, no qual machos são significativamente maiores do que as fêmeas, assim como também foi observado por Andrade *et al.* (2015) em outras latitudes. No entanto, é provável que esta espécie também apresente certa plasticidade com relação a este padrão, uma vez que Pinheiro e Pardal-Souza (2016) e Silva *et al.* (2018) relataram machos com tamanhos aproximadamente iguais ao das fêmeas.

Na natureza, populações em que machos e fêmeas não apresentam grandes diferenças morfológicas são aquelas em que os machos não se submetem a competições intraespecíficas por fêmeas. Este padrão é mais comum de se observar em populações com densidades muito

altas (Silva *et al.*, 2017), no entanto não é muito comum para Brachyura, pois geralmente as espécie desta infraordem apresentam machos maiores do que as fêmeas, assim como foi observado para *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Mantelatto *et al.*, 1995), *Persephona punctata* (Linnaeus, 1758) (Almeida *et al.* 2013), *P. mediterranea* (Bertini *et al.*, 2010; Almeida *et al.*, 2013), *Acantholobulus schmitti* (Rathbun, 1930) (Fransozo *et al.*, 2013) e *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Silva *et al.*, 2014).

Normalmente, machos de espécies da infraordem Brachyura, que habitam o ambiente marinho, atingem maior tamanho corporal que as fêmeas, definindo assim a habilidade competitiva para o acesso às fêmeas receptivas, além de proteção às mesmas durante a cópula (Hartnoll, 1969). Para isso, machos investem mais energia em crescimento somático do que as fêmeas (Hartnoll, 1982). Este fenômeno é refletido na distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, pois o maior número de picos modais para machos é resultado de uma maior taxa de crescimento, proporcionada por várias mudas sucessivas (Pinheiro e Pardal-Souza, 2016). Machos com maior taxa de crescimento “*k*” do que as fêmeas já foram observados por Pinheiro e Hattori (2006), no entanto ainda não existe esta informação para *A. spinimanus*.

Além ser um indicativo das taxas de crescimento, a bimodalidade ou polimodalidade geralmente são decorrentes de vários grupos etários dentro de uma população e ainda podem refletir pulsos de recrutamento, mortalidade diferencial ou catastrófica, ou diferenças comportamentais. Não se descarta a possibilidade de diferenças comportamentais, principalmente relacionadas à ocupação de áreas não amostradas neste estudo, uma vez que grupos de indivíduos de diversos tamanhos, principalmente fêmeas ovígeras e juvenis, podem estar espacialmente segregados, ocupando áreas não amostradas neste estudo, como sugerido por Negreiros-Fransozo e Fransozo (1995), Negreiros-Fransozo *et al.* (1999) nas enseadas da Fortaleza e de Ubatuba e Andrade *et al.* (2014) na região de Macaé – RJ para *C. ornatus*, ,

Silva et al. (2018) para *A. cribrarius* na Enseada de Ubatuba e Silva et al. (2017) para *A. spinicarpus* nas mesmas regiões do presente estudo.

Outro fato que reforça a ideia de que os grupos demográficos de ambas as espécies estejam ocupando ou migrando para locais diferentes é a razão sexual com desvio da proporção 1:1 para ambas as espécies. Após o nascimento de indivíduos de uma população natural, a proporção entre machos e fêmeas tende a ser próxima de 1:1, no entanto, ao longo do desenvolvimento ontogenético uma série de fatores, tais como: a longevidade, mortalidade e crescimento diferencial entre os sexos podem afetar essa relação (Wenner, 1972; Hartnoll, 1982). Além desses fatores, o comportamento diferencial entre os grupos demográficos pode causar estes desvios nos padrões de razão sexual, como os que foram encontrados por Pinheiro et al. (1996), Carmona-Suárez e Conde (2002) e Silva et al. (2018) para o siri *A. cribrarius*. Em ambos os trabalhos foi verificado um padrão de distribuição diferencial entre os grupos demográficos onde indivíduos jovens ocupavam áreas mais rasas e com sedimento mais fino, em seguida estavam os machos adultos e nas áreas mais profundas estavam as fêmeas adultas e ovígeras, o que segundo Pinheiro e Fransozo (1999) se dá pelo fato de que estas migram para regiões mais profundas, as quais estão mais suscetíveis ao movimento das massas de água, para que ocorra uma dispersão mais eficiente das larvas após a sua liberação.

Partindo deste princípio, a razão sexual a favor das fêmeas em *A. spinimanus* pode estar atrelada ao fato dos machos se posicionarem em locais próximos a maior concentração de juvenis (pouco amostrados no presente estudo), em algum local não abrangido por nossa área amostral. Da mesma forma, como discutido anteriormente para *A. cribrarius*, a região do presente estudo é um local propício para o recrutamento e as fêmeas ovígeras procuram outras áreas para desova, logo, a razão sexual a favor dos machos se dá pela grande concentração de juvenis, próximo dos quais os machos se posicionam. Assim, é natural que os desvios na proporção sexual fiquem mais evidentes nas classes de tamanho representadas pelos

indivíduos adultos, pois é nesta fase que fatores reprodutivos começam a alterar esta proporção (Wenner, 1972; Hartnoll, 1982).

Em suma, mesmo pertencendo a mesma superfamília e ocupando a mesma região, as espécies estudadas apresentam diferenças em relação a composição demográfica, enquanto *A. spinimanus* utiliza a região como local de reprodução, *A. cribrarius* utiliza para recrutamento. Esta característica pode ser uma das estratégias adotadas por ambas as espécies para diminuir uma possível sobreposição de nicho. As semelhanças entre elas ficam por conta de apresentarem plasticidade quanto as diferenças de tamanho entre machos e fêmeas, provavelmente seja uma característica dependente de fatores externos. Portanto, ressaltamos neste trabalho que as estratégias de conservação e manejo devem levar em consideração também a estrutura populacional de cada espécie, uma vez que podem ter variações significativas.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A.C.; Hiyodo, C.M.; Cobo, V.J.; Bertini, G.; Fransozo, V.; Teixeira, G.M.. 2013. Relative growth, sexual maturity, and breeding season of three species of the genus *Persephona* (Decapoda: Brachyura: Leucosiidae): a comparative study. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(6): 1581-1591.
- Andrade, L.S.; Bertini, G.; Fransozo, V.; Teixeira, G.M.; Barros-Alves, S.P.; Fransozo, A. 2014. Differential occupation of habitat as a reproductive strategy of the blue crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (Crustacea: Decapoda). *Marine Biodiversity*, 44(1), 27–36.
- Andrade, L.S.; Costa, R.C.; Castilho, A.L.; Frameschi, I.F.; Sancinetti, G.S.; Fransozo, A. 2017. Reproductive and population traits of the swimming crab *Achelous spinimanus* (Crustacea: Decapoda) in an upwelling region in southeastern Brazil. *Nauplius*, 25: e2017004.
- Andrade, L.S.; Frameschi, I.F.; Castilho, A.L.; Costa, R.C.; Fransozo, A. 2015. Can the pattern of juvenile recruitment and population structure of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura) be determined by geographical variations? *Marine Ecology*, 36(4), 950–958.
- Avila, M. G.; Branco, J. O. 1996. Aspectos bioecológicos de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck) (Decapoda, Portunidae) da Praia da Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 13(1): 165-174.
- Barros, C.E.; Corres, I.C.S.; Baitelli, R.; Elias, A.R.D. 1997. Aspectos sedimentares da enseada de Caraguatatuba, litoral do Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 69(1): 19-36.

- Bertini, G.; Fransozo, A.; Melo, G.A. 2004 Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from nonconsolidated sublittoral bottom on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2185-2207.
- Bertini, G.; Teixeira, G.M.; Fransozo, V.; Fransozo, A. 2010. Reproductive period and size at the onset of sexual maturity of mottled purse crab, *Persephona mediterranea* (Herbst, 1794) (Brachyura, Leucosioidea) on the southeastern Brazilian coast. *Invertebrate Reproduction and Development*, 54(1): 7–17.
- Braga, A.A.; Fransozo, A.; Bertini, G.; Fumis, P.B. 2005. Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 5(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/en/abstract?article+BN002050220055>.
- Branco, J.O.; Fracasso, H.A.A. 2004b. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(1): 91-96.
- Branco, J.O.; Fracasso, H.A.A. 2004a. Ocorrência e abundância da carcinofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21: 295–301.
- Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J. 2002. Ecologia trófica de *Portunus spinimanus* Latreille (Decapoda, Portunidae) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3): 723-729.
- Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J.; Souto, F. X. 2002. Estrutura populacional de *Portunus spinimanus* Latreille (Crustacea, Portunidae) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3): 731-738.

- Branco, J. O.; Verani, R. 1997. Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(4): 1003-1018.
- Broadhurst, M.K.; Kennelly, S.J. 1996 Effects of the circumference of codends and a new design of squaremesh panel in reducing unwanted by-catch in the New South Wales oceanic prawn-trawl fishery. *Fishery Research*, 27: 203-214.
- Carmona-Suárez, C.A.; Conde, J.E. 2002. Local distribution and abundance of swimming crabs (*Callinectes* spp. and *Arenaeus cribrarius*) on a tropical arid beach. *Fishery Bulletin*, 100(1): 11-25.
- Castro-Filho, B.M.; Miranda, L.B.; Myao, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35(2): 135-151.
- Fransozo, V.; Silva, T.E.; Fumis, P.B.; Bertini, G. e Lima, P.A. 2013. Ecological distribution and population structure of *Acantholobulus schmitti* (Rathbun, 1930) (Crustacea, Decapoda, Xanthoidea) on the southeastern brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, 61(4): 277-287.
- Haefner, P.A. Jr. 1990. Morphometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. *Bulletin of Marine Sciences*, 46(2): 274-286.
- Hartnoll, R. G. 1969. Mating in the Brachyura. *Crustaceana*. 16(2): 161-181.
- Hartnoll, R. G. 1982. Growth. In: Bliss, D. E. ed. *The Biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics*. New York Academic. 2: 11-196.
- Hall, S.J. 1999 *The Effects of Fishing on Marine Ecosystems and Communities. Fish Biology and Aquatic Resources Series 1*, New York, Blackwell. Chapters 2 and 9: p.16-47 and p. 220-222.

- Kaiser, M.J.; Collie, J.S.; Hall, S.J.; Jennings, S.; Poiner, I.R. 2002 Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3: 114-136.
- Mantelatto, F.L., Bernardo, C.H., Silva, T.E., Bernardes, V.P., Cobo, V.J. e Fransozo, A. 2016. Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do Camarão-Sete-Barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no litoral norte do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2): 307-326.
- Mantelatto, F. L. M.; Fransozo, A. 1999. Characterization of the physical and chemical parameters of Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(1): 23-31.
- Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1995. Population structure of *Hepatus pudibundus* (Decapoda: Calappidae) in Fortaleza Bay, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*. 43(1-3): 265-270.
- Mantelatto, F. L. M.; Garcia, R. B. 2001. Biological aspects of the nonindigenous portunid crab *Charybdis hellerii* in the western tropical south atlantic. *Bulletin of Marine Science*. 68(3): 469–477.
- Mahiques, M.M. 1995. Dinâmica sedimentar atual nas enseadas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 43: 111-122.
- Melo, G. A. S. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. Plêiade/FAPESP, São Paulo, Brasil. 604pp.
- Motta, N.S.; Della-Fina, N.; Souza, C.C.A.; Rodrigues, E.S.; Amorim, A.F. 2016. Analysis of food habits of skate *Rioraja agassizii* (Elasmobranchii, Rajidae) from southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 76: 469-475.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 1995. On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 79: 13-25.

- Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A.; Pinheiro, M.A.A.; Mantelatto, F.L.M.; Santos, S. 1991. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, 21: 114-120.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Mantelatto, F.L.M.; Fransozo, A. 1999. Populational biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP) region, Brazil. *Scientia Marina*, 63(2): 157-163.
- Pereira, M. J.; Branco, J. O.; Christoffersen, M. L.; Freitas Junior, F.; Fracasso, H. A. A.; Pinheiro, T. C. 2009. Population biology of *Callinectes danae* and *Callinectes sapidus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in the south-western Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(7): 1341–1351.
- Pinheiro, M. A.; Fransozo, A. 1999. Reproductive behavior of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) in captivity. *Bulletin of Marine Science*, 64(2): 243-253.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1996. Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56: 705–716.
- Pinheiro, M.A.A.; Hattori, G.Y. 2006. Growth of the speckled swimming crab, *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae), in Ubatuba (SP), Brazil. *Journal of Natural History*, 40(21-22): 1331-1341.
- Pinheiro, M.A.A.; Pardal-Souza, A.L. 2016. Historical background of the population biology of the swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Crustacea: Portunidae) in the Ubatuba coast, southeast Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(2): 419-429.
- Pires, A. M. S. 1992. Structure and dynamics of benthic megafauna on the continental shelf offshore of Ubatuba, Southeastern Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 86: 63-76.

- Ripoli, L. V.; Fernandes, J. M.; Rosa, D. M.; Araujo, C. C. V. 2007. Dinâmica populacional de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Portunidae) em um trecho litorâneo da Ilha do Frade, Vitória – ES. Boletim do Instituto de Pesca, 33(2): 205-212.
- Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. Atlântica 16: 125–141.
- Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 1995. Estructura poblacional de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) en la Ensenada de la Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. Revista de Invaestigaciones Marinas, 16(1-3): 37-43.
- Sanvicente-Añorve, L.; Gómez-Ponce, A.; Vázquez-Bader, A.R.; Garcia, A. 2008. Morphometry and relative growth of the swimming crab, *Portunus spinicarpus* (Stimpson, 1871) from the southern Gulf of Mexico. Crustaceana, 81(3): 329-339.
- Severino-Rodrigues, E.; Guerra, D.S.F.; Graça-Lopes, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto da Pesca, 28: 33-48.
- Silva, T.E.; Andrade, L.S.; Fransozo, V.; Freire, F.A.M.; Fransozo, A. 2018. Population parameters and distribution of *Arenaeus cribrarius* (Crustacea, Portunoidea), in southeastern brazilian coast. Boletim do Instituto de Pesca, 44(1): 1-9.
- Silva, T.E.; Fumis, P.B.; Almeida, A.C.; Bertini, G.; Fransozo, V. 2014. Morphometric analysis of the Mud Crab *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Decapoda, Xanthoidea) from the southeastern coast of Brazil. Latin American Journal of Aquatic Research, 42(3): 588-597.
- Silva, T.E.; Taddei, F.G.; Bertini, G.; Andrade, L.S.; Teixeira, G.M.; Fransozo, A. 2017. Population structure of the swimming crab *Achelous spinicarpus* (Crustacea, Portunoidea)

- in São Paulo northern coast, Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*. 12(3): 164-170.
- Sousa, A.N.; Bertini, G.; Taddei, F.G.; Costa, R.C.; Silva, T.E.; Fransozo, A. 2018. Modulating factors of the abundance and distribution of *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) (Decapoda, Portunoidea), a fishery resource, in Southeastern Brazil. *Peer J*, 6: e5720.
- Sumida, P.Y.G.; Pires-Vanin, A.M.S. 1997. Benthic associations of the shelf break and upper slope off Ubatuba-SP, South-eastern Brazil. *Estuarine Coastal Shelf Sci*, 44: 779–784.
- Viana, A.F.; Vianna, M. 2014. The feeding habits of the eyespot skate *Atlantoraja cyclophora* (Elasmobranchii: Rajiformes) in southeastern Brazil. *Zoologia*, 31: 119–125.
- Wenner, A. M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustácea. *American Naturalist*, 383: 317-353.
- Wilson K.; Hardy I.C.W. 2002. Statistical analysis of sex ratios: an introduction. In: I.C.W. Hardy (ed.), *Sex Ratios: Concepts and Research Methods*. Cambridge University Press, Cambridge. 48-92 p.
- Zar, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. 1st ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall.

TABLES

Table 1. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) and *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Carapace width of the demographic groups and total number of individuals

Species	Demographic group	Carapace Width (mm)		
		Mean \pm SD	Min.	Max.
<i>A. spinimanus</i>	JM	27.1 \pm 6.5	14.6	51.6
	JF	27.7 \pm 5.7	14.5	55
	AM	65.2 \pm 13.6	35.2	94.5
	AF	65.0 \pm 12.1	35	88.1
	OF	67.5 \pm 8.2	47.2	88.1
	Total	62.5 \pm 15.6	14.5	94.5
<i>A. cribrarius</i>	JM	40.9 \pm 6.1	22.8	51
	JF	43.0 \pm 5.8	29.8	68.8
	AM	88.1 \pm 14.9	50.7	101.3
	AF	69.0 \pm 10.5	50.5	92.6
	OF	76.9 \pm 6.3	62.2	90.8
	Total	73.8 \pm 21.9	22.8	101.3

SD = standard deviation, JM = juvenile males, JF = juvenile females, AM = adult males, AF = adult females, OF = ovigerous females.

Table 2. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819). Size classes distribution frequency and sex ratio.

Size classes	Number of individuals			Sex ratio	Observed proportion (males)
	Males	Females	Total	M:F	
8-- 16	1	2	3	1:2	0.33
16-- 24	22	16	38	1:0.7	0.57
24-- 32	28	55	83	1:1.9	0.33*
32-- 40	45	34	79	1:0.7	0.56
40-- 48	30	38	68	1:1.2	0.44
48-- 56	33	92	125	1:2.7	0.26*
56-- 64	96	259	355	1:2.6	0.27*
64-- 72	83	310	393	1:3.7	0.21*
72-- 80	105	289	394	1:2.7	0.26*
80-- 88	41	64	105	1:1.5	0.39*
88-- 96	8	2	10	1:0.25	0.80
Total	492	1161	1653	1:2.3	0.29*

M = males, F = females

Table 3. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819). Size classes distribution frequency and sex ratio.

Size classes	Number of individuals			Sex ratio	Observed proportion (males)
	Males	Females	Total	M:F	
20-- 25	1	0	1	1:0.0	1.00
25-- 30	5	1	6	1:0.2	0.83
30-- 35	13	5	18	1:0.3	0.72
35-- 40	20	24	44	1:1.2	0.45
40-- 45	39	32	71	1:0.8	0.54
45-- 50	21	29	50	1:1.3	0.42
50-- 55	22	29	51	1:1.3	0.43
55-- 60	25	20	45	1:0.8	0.55
60-- 65	19	24	43	1:1.2	0.44
65-- 70	23	37	60	1:1.6	0.38
70-- 75	22	36	58	1:1.6	0.37
75-- 80	16	43	59	1:2.6	0.27*
80-- 85	33	51	84	1:1.5	0.39*
85-- 90	49	5	54	1:0.1	0.90*
90-- 95	39	2	41	1:0.0	0.95*
95-- 100	229	0	229	1:0.0	1.00*
100-- 105	22	0	22	1:0.0	1.00*
Total	598	338	936	1:0.5	0.63*

M = males, F = females

FIGURES

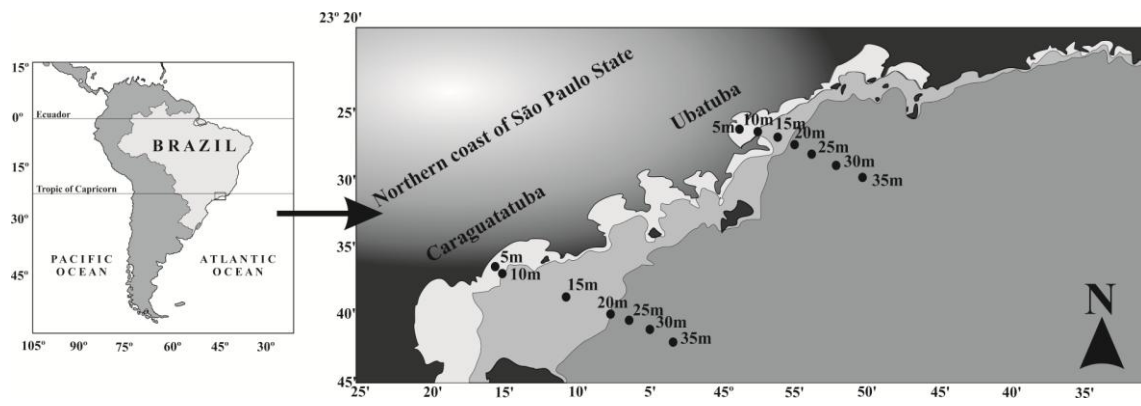


Figure 1. Map of the studied region.

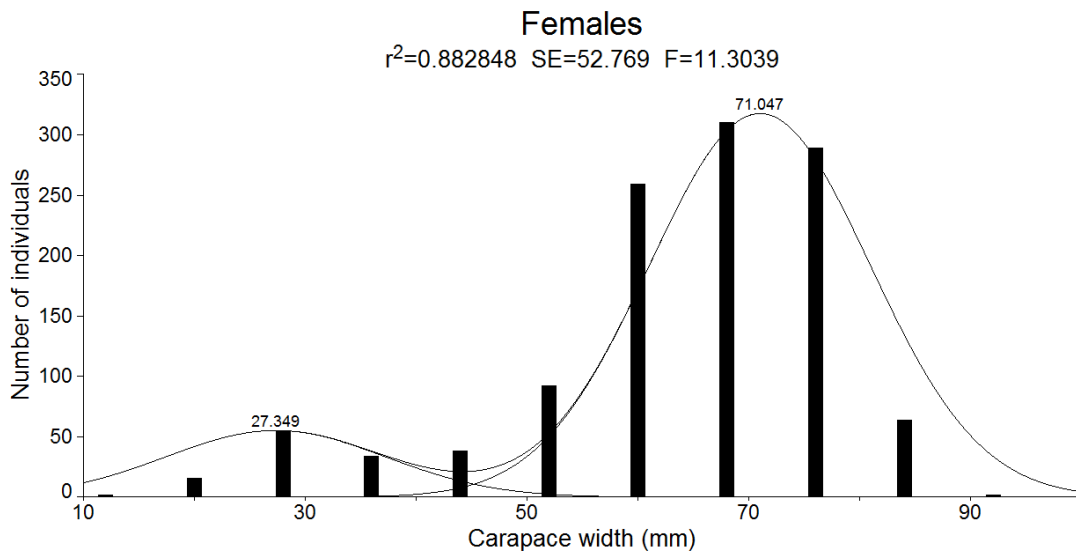
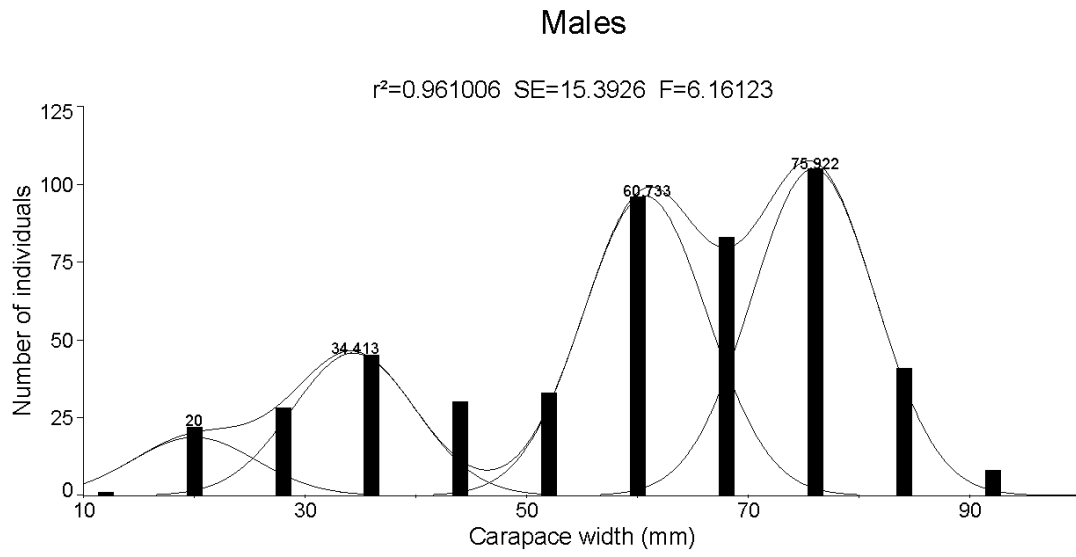


Figure 2. *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819). Size classes distribution frequency with calculated modal peaks.

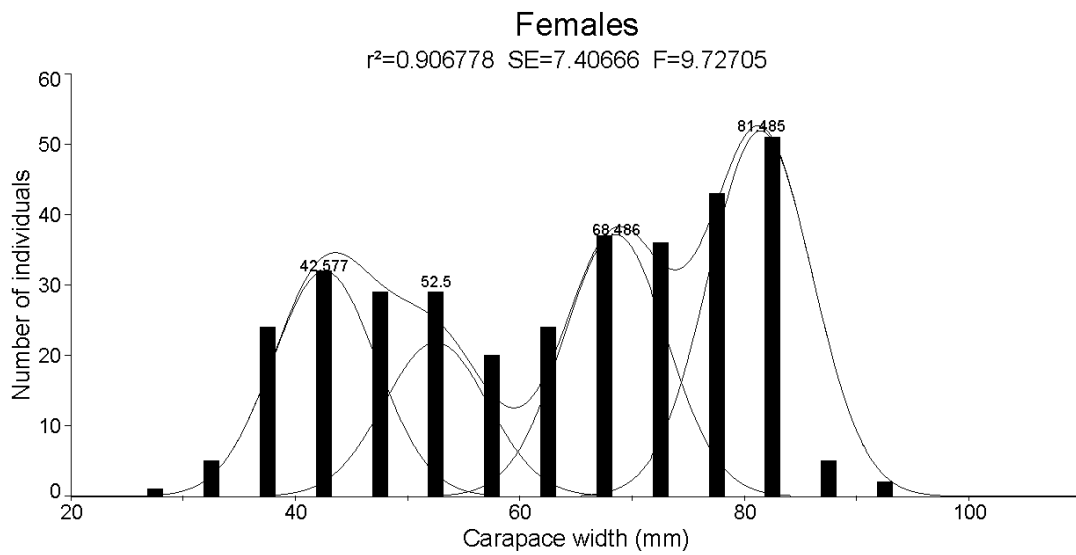
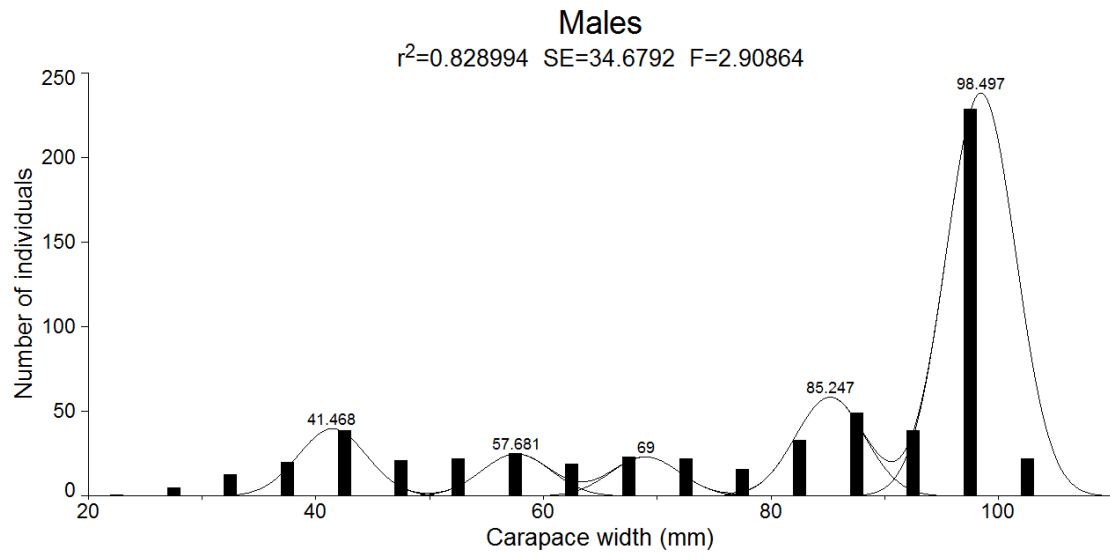


Figure 3. *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Size classes distribution frequency with calculated modal peaks.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme esperado, muitas características abordadas nesta tese foram diferentes entre as duas espécies. Isto quer dizer que as estratégias de conservação e manejo não estariam adequadas se fossem generalizadas. Neste sentido é importante ressaltar que existem poucos estudos com foco comparativo entre as espécies de crustáceos decápodos no litoral brasileiro, sendo que a maioria abordam caranguejos e siris. É possível destacar os trabalhos comparativos entre caranguejos do gênero *Persephona* realizados Bertini *et al.* (2001); Carvalho *et al.* (2010); Almeida *et al.* (2013) e Pereira *et al.* (2014), siris do gênero *Callinectes* e *A. cribrarius* por Carmona-Suarez e Conde (2002) e espécies de siris do gênero *Achelous* realizado por Lima *et al.* (2014).

Considerando a grande quantidade de espécies e a complexa interação entre elas, é realmente difícil um estudo abrangente que se possa utilizar como modelo, assim, estudos detalhadas em populações específicas podem ajudar a compreender este processo. Isto se torna ainda mais importante quando se leva em consideração que mesmo dentro de uma mesma espécie, as características bioecológicas podem variar de acordo com os grupos demográficos. Portanto, tais estudos são extremamente necessários.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A.C.; Hiyodo, C.; Cobo, V.J.; Bertini, G.; Fransozo, V.; Teixeira, G.M. 2013. Relative growth, sexual maturity, and breeding season of three species of the genus *Persephona* (Decapoda: Brachyura: Leucosiidae): a comparative study. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(6): 1581-1591.
- Bertini, G.; Fransozo, A.; Costa, R.C. 2001. Ecological distribution of three species of *Persephona* (Brachyura: Leucosiidae) in Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 9(1): 31–42.
- Carmona-Suárez, C.A.; Conde, J.E. 2002 Local distribution and abundance of swimming crabs (*Callinectes* spp. and *Arenaeus cribrarius*) on a tropical arid beach. *Fisheries Bulletin*, 100(1): 11–25.
- Carvalho, F.L.; Carvalho, E.A.S.; Couto, E.C.G. 2010. Comparative analysis of the distribution and morphological sexual maturity of *Persephona lichtensteinii* and *P. punctata* (Brachyura, Leucosiidae) in Ilhéus, BA, Brazil. *Nauplius*, 18(2): 109–115.
- Lima, P.A.; Andrade, L.S.; Alencar, C.E.R.D.; Pereira, R.T.; Teixeira, G.M.; Fransozo, A. 2014. Two species of swimming crabs of the genus *Achelous* (Crustacea, Brachyura): environmental requirements determining the niche. *Hydrobiologia*. 727: 197-207.
- Pereira, R.T.; Teixeira, G.M.; Bertini, G.; Lima, P.A.; Alencar, C.E.R.D; Fransozo, V. 2014. Environmental factors influencing the distribution of three species within the genus *Persephona* Leach, 1817 (Crustacea, Decapoda, Leucosiidae) in two regions on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(2): 307-321.